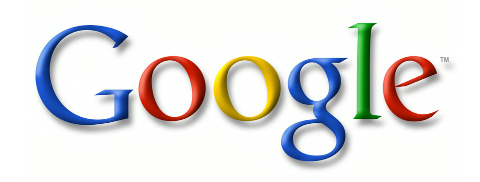




MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ [IMPÉRIALE]

DES SCIENCES,

DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS

DE LILLE.

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ IMPÉRIALE

DES SCIENCES,

DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS

DE LILLE.

ANNÉE 1856.

II.e SÉRIE. — 3.e VOLUME.

LILLE

CHEZ TOUS LES LIBRAIRES

PARIS

CHEZ DERACHE, RUE DU BOULOY, N.° 7, AU PREMIER.

1857.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES,
DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

NOTE

SUR QUELQUES PROPRIÉTÉS DES COURBES ÉQUIDISTANTES.

Par M.r MAHISTRE, Membre résidant.

Séance du 13 avril 1855.

Dans un opuscule qui traite de la Théorie des Escaliers, j'ai démontré que l'aire d'une bande comprise entre une courbe et son équidistante, était donnée par la formule

$$(1)\ldots\ \Omega = lu - \tfrac{1}{2}u^2(\varphi + \varphi' + \varphi'' + \ldots - \psi - \psi' - \psi'' - etc.)$$

dans laquelle u est la distance constante des deux courbes, mesurée sur une normale commune, et l la longueur de la courbe donnée. Les quantités telles que φ ou ψ sont les arcs de cercle qui servent de mesure aux angles de la fig. 1, et décrits avec l'unité pour rayon. Quant aux normales, elles sont menées par les deux extrémités de la courbe donnée, et par chaque point d'inflexion.

Je ferai d'abord remarquer que la formule (1) trouve son application dans les travaux publics, comme par exemple pour mesurer l'aire d'un terrain qui doit être occupé, soit par un canal, soit par une voie ferrée etc. Mais on peut en déduire une relation remarquable

entre les longueurs l, l' des deux courbes. En effet, si nous prenon pour courbe donnée la 2.me courbe l', nous auront pareillement

$$(2)\ldots\ \Omega = l'u - \tfrac{1}{2}u^2\,(\psi + \psi' + \psi'' + \ldots - \varphi - \varphi' - \varphi'' - etc).$$

Egalant les deux valeurs ci-dessus de Ω, on trouve

$$(3)\ldots\ l - l' = u\,(\varphi + \varphi' + \varphi'' + \ldots - \psi - \psi' - \psi'' - \ldots).$$

Cette formule pourrait servir à calculer la différence de longueur des deux lignes de rails d'une même voie ferrée ; car il suffirait pour cela de mesurer sur le plan les angles φ, φ', φ''... ψ, ψ', ψ''.....

Si la courbe donnée est fermée, sans présenter de points singuliers fig. 2, on aura

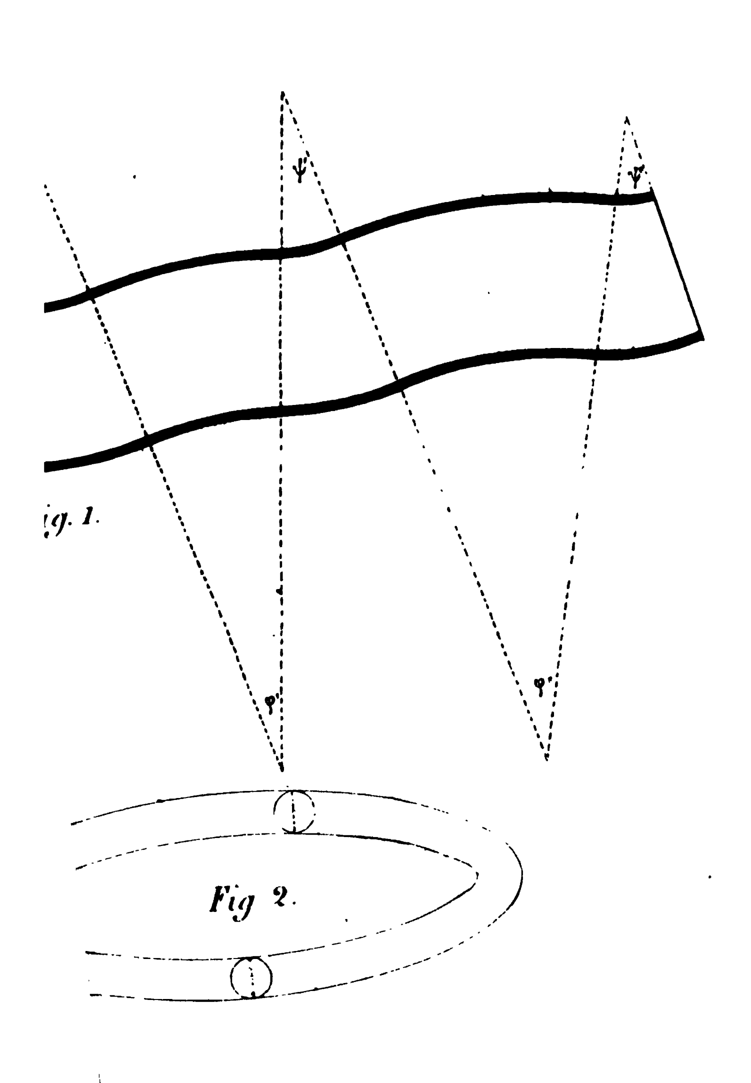
$$\psi + \psi' + \psi'' + \ldots = o$$

$$\varphi + \varphi' + \varphi'' + \ldots = 2\,\pi$$

et par suite

$$(4)\ldots\ l - l' = 2\,\pi\,u.$$

D'où il suit qu'*une courbe fermée quelconque, sans points singuliers, surpasse en longueur son équidistante, d'une quantité égale au double de la circonférence qui aurait pour diamètre la distance des deux courbes.*


ψ'
ψ'
φ'
φ'
ig. 1.
Fig 2.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

SUR
LA CONSTITUTION ET LA SUSPENSION DES NUAGES,

Par M.r DELEZENNE, Membre résidant.

Séance du 11 avril 1856.

A moins d'indication contraire, je prendrai le millimètre pour unité de longueur, le gramme pour unité de poids et le centimètre cube pour unité de volume. Les densités seront représentées par le poids en grammes d'un centimètre cube de la matière.

L'air atmosphérique jouit d'une transparence si grande qu'il est invisible à moins qu'il ne soit accumulé en une masse prodigieuse ; il en est de même de la vapeur d'eau. C'est le mélange de ces gaz qui a la couleur bleue réfléchie du ciel. La vapeur proprement dite ne mouille pas les corps qu'elle touche ; c'est de la *vapeur sèche* telle qu'elle existe dans l'air serein, dans les chaudières des machines à vapeur, dans la partie vide au sommet d'un baromètre à eau, etc. On donne le nom de *vapeur humide*, *vapeur en nuage*, *vapeur blanche*, *vapeur vésiculaire*, *buées*, etc., à la vapeur sèche qui s'est assez refroidie pour se transformer en gouttelettes d'eau pleines ou creuses, en une sorte de fumée blanche, de nuage, de brouillard ou de buée. Elle mouille les corps sur lesquels elle se dépose.

Les nuages qui se soutiennent dans les régions basses ou élevées de l'air, ceux qui entourent les montagnes ou qui, sous le nom de brouillards, descendent jusque sur le sol, sont composés d'une infinité

de petits globules d'eau plus ou moins éloignés les uns des autres ; ils sont d'une grosseur à peu-près uniforme dans une portion du nuage ; mais elle varie d'une portion à l'autre et surtout d'un nuage à l'autre.

Quand la lune est vivement éclairée et qu'entre elle et nous s'interposent des nuages blancs, peu épais, l'astre paraît entouré de cercles ornés des riches couleurs de l'iris. Ce sont des *couronnes*. On voit plus fréquemment ces couronnes colorées sur les nuages qui passent devant le soleil, en prenant la précaution de les observer à travers un verre absorbant. J'ai donné le nom de *Stéphanoscope* (mémoires de la Société de Lille pour 1836) aux combinaisons de certains verres absorbants qui permettent de voir quelquefois des couronnes composées de 2, 3 et même 4 cercles irisés équidistants.

Quand les couleurs sont vives et les couronnes bien faites, c'est un signe certain que les globules pleins ou creux du nuage sont d'une grosseur à très-peu près égale, et plus sont grands les diamètres des couronnes, plus les globules sont petits.

En mesurant l'angle sous lequel on voit le demi-diamètre du premier anneau rouge d'une couronne solaire ou lunaire, et se servant d'une formule que j'ai donnée, on calcule très-facilement la grosseur des globules ou des vésicules d'eau qui constituent le nuage sur lequel on a vu cette couronne. J'ai fait de nombreuses observations de ce genre et voici quelques unes des grosseurs mesurées.

0,05647 0,02259 0,00852 0,00512 0,00452.

Le premier de ces nombres vient d'une observation faite sur une couronne rouge en contact par son bord intérieur avec le disque solaire. L'angle sous lequel on voyait le demi-diamètre de la couronne, compté depuis le centre du soleil jusqu'au milieu de la bande rouge circulaire, était de 32'. Ces couronnes étroites s'observent quand le temps se dispose à la pluie, et que les globules d'eau sont à peu-près les plus gros qui peuvent se soutenir dans l'air. S'ils grossissent encore, ils tombent, ils se réunissent à ceux qu'ils rencontrent dans leur trajet, et arrivent à la terre en gouttes de pluie plus ou moins grosses.

Assez généralement, les couronnes très-étroites sont l'indice d'une pluie prochaine; les couronnes à grand diamètre sont l'indice du beau temps; mais il ne faut pas trop se confier à ces indices, parce que les faibles et fréquents changements de vent et de température dans la région des nuages changent la grosseur des globules et font rapidement changer la grandeur des couronnes, c'est à ce point qu'on a parfois des nombres différents quand on mesure plusieurs fois de suite le diamètre d'une couronne.

Le second des nombres ci-dessus vient d'une couronne double observée le 21 juillet 1836 à 3^h 10′. L'angle était de 1° 20′. C'est à peu-près le minimum des couronnes complètes et bien faites. Il pleuvait à 3^h 35′.

Le troisième nombre vient d'une grande et belle couronne observée le 3 août. Je n'ai pas eu l'occasion d'en observer de plus grandes. L'angle était de 3° 33′. Le 15 octobre 1797, Walker-Jordan en a observé une dont l'angle était de 5° 36′, ce qui donne 0,00540 pour la grosseur des globules d'eau.

Enfin, les deux derniers nombres viennent des larges couronnes que j'ai observées sur la vapeur refroidie qui s'échappe des machines sans condenseur.

On remarquera que le diamètre des plus gros globules ci-dessus est douze fois et demi plus grand que celui des plus petits globules et conséquemment qu'ils pèsent 1950 fois plus. Ces plus gros globules pèsent 5553 fois moins que les gouttes de pluie d'un millimètre de grosseur, et ont un diamètre 18 fois moindre. Il faut 48946 des plus fins globules pour faire une pareille goutte d'eau.

En été, la vapeur à 100° qui s'échappe d'une machine sans condenseur, est déjà refroidie de 4 à 8 degrés au moment où elle débouche du tuyau métallique qui la conduit dans l'air plus froid environnant. Dans ce cas, le nuage blanc artificiel ne devient visible qu'à une certaine distance de la bouche du tuyau. Cette distance, variable avec la température de l'air, peut être de un à deux mètres quand l'air est sec et chaud. Dans ce dernier cas encore, les globules qui se sont presque subitement formés, se dissipent rapidement. Dans l'hiver, au con-

traire, la vapeur se condense déjà dans le tuyau de conduite, si une partie de sa longueur est exposé à l'air libre. Si l'air est saturé, le nuage s'étale beaucoup, il est volumineux et les globules grossissent aux dépens de la vapeur répandue dans cet air saturé.

Chacun peut étendre ces remarques et les vérifier sur les locomotives des chemins de fer.

Nous pouvons faire sur nous-mêmes des remarques analogues. Après chaque inspiration, nous expulsons de nos poumons une masse d'air vicié, saturé de vapeur d'eau et ayant 37° de chaleur. Son mélange avec l'air moins chaud qui nous entoure donne lieu à la formation de globules d'eau plus ou moins visibles, plus ou moins abondants, selon la température et l'état hygrométrique de l'air. Observez, dans la diversité des circonstances et des saisons, à quelle distance de la bouche se forme le nuage blanc produit par la respiration; observez l'étendue et l'intensité de ce nuage; combinez ces observations avec celles du thermomètre et de l'hygromètre, et vous arriverez à connaître pratiquement, sans instruments, le degré approximatif d'humidité de l'air. Par exemple, quand vous voyez s'élever un nuage blanc, intense, de toute la surface d'un cheval en sueur, vous pouvez affirmer que l'air est saturé ou bien près de l'être.

Soit d le diamètre d'un globule d'eau; le poids de ce globule sera $\frac{\pi}{6} d^3$. Sur l'une des 3 dimensions du cube d'un centimètre de côté, on peut mettre à la file et en contact, $\frac{1}{d}$ de ces globules, et dans le cube, $\frac{1}{d^3}$. Le poids de ce que peut contenir le cube sera donc

$$\frac{1}{d^3} \times \frac{\pi}{6} d^3 = \frac{\pi}{6} = 0^g,5236\ldots..$$

Dans un nuage, dans le brouillard le plus épais, les globules d'eau ne peuvent pas être en contact, car ils s'uniraient immédiatement les uns aux autres. Le poids de ces globules en contact dans un centimètre

cube serait de $0^{g},5236$, poids énorme qui fait bien sentir que les globules doivent être fort éloignés les uns des autres, même dans le cas extrême le plus défavorable. Ce cas s'observe lorsque, dans un atelier où un incendie se déclare, on lance toute la vapeur d'un générateur. Supposons l'atelier long de 10 mètres, large de 5 et haut de 4 ; le volume total de l'air restant et de la vapeur blanche serait donc de 200 mètres cubes. Si les globules se touchaient, chaque mètre cube en contiendrait $523^{k},598$; on aurait donc lancé dans cet atelier $523^{k},598 \times 200$ ou $104719^{k},75$ d'eau, ou 1047 hectolitres. L'absurdité de ce résultat est évidente dans l'hypothèse des globules pleins.

Supposons que ces globules aient $\frac{1}{20}$ de millimètre d'épaisseur, ce qui est assez vraisemblable ; s'ils se touchaient, les centres seraient à $\frac{1}{20}$ de millimètre les uns des autres. Décuplons la distance des centres ; la proximité sera encore très-grande ; mais il y aura mille fois moins de globules dans l'atelier et la masse se réduira à un hectolitre ou cent kilogrammes d'eau, résultat plus recevable.

Une très-grande quantité de vapeur non condensée se mêle sans doute aux globules d'eau qui remplissent l'atelier. L'expérience prouve, en effet, que l'air y manque ; on y respire à peine et il faut se hâter de fuir pour n'être pas asphyxié. Les corps incandescents sont refroidis par ces gouttelettes d'eau si voisines les unes des autres ; de plus, cette eau se réduit en vapeur momentanément invisible et enlève ainsi 550 unités de chaleur. Ces circonstances et le manque d'air font comprendre comment un incendie peut être éteint à son début au moyen de la vapeur lancée abondamment dans l'atelier.

Dans cet atelier rempli de buées on ne reconnaît plus la forme des objets, parce que les rayons de lumière réfléchis par ces objets rencontrent dans leur trajet des globules d'eau qui les détournent de leur direction par réflexion et par réfraction. Il faut que l'objet, la main par exemple, soit à une faible distance pour qu'une partie des rayons réfléchis puisse arriver à l'œil sans avoir rencontré des globules.

Dans les nuages et dans les brouillards les plus épais, les globules

d'eau sont à une distance beaucoup plus grande que dans ces buées, car on y distingue plus ou moins confusément les objets éloignés d'un ou plusieurs mètres. Par conséquent, dans ces nuages, dans ces brouillards il y a, dans un même volume, une plus grande quantité d'air, et en effet, on y respire à l'aise. Nous chercherons bientôt à nous faire une idée de la distance qui sépare les centres des globules d'eau dans les nuages, mais nous devons nous y préparer par les détails qui suivent.

Je m'autorise de quelques faits connus pour admettre que les corps retiennent à leur surface, avec une certaine force, une portion de l'air qui les environne. Ayez une planche bien dressée à la varlope, faites lui faire un angle de 14 degrés avec l'horizon ; au haut de cette planche, longue d'un à deux mètres, présentez parallèlement une feuille de fort papier et laissez la tomber de quelques millimètres de hauteur. La feuille glissera silencieusement jusqu'au bout de la planche, non sur le bois, mais sur le matelas d'air compris entre le bois et le papier. Si dans sa course vous la touchez du doigt, l'air sera expulsé autour du point de contact, le papier touchera le bois et le frottement en ce point suffira pour arrêter la feuille de nouveau abandonnée à elle-même.

Deux planches peuvent être si bien dressées par un habile ouvrier, qu'en laissant tomber l'une sur l'autre le choc soit presque silencieux ; on n'entend qu'un faible bruit sourd dû à la compression subite du matelas d'air compris entre les planches. Si l'on soulève la planche supérieure, on éprouve une résistance sensible qui témoigne de la force avec laquelle l'air adhère aux deux surfaces. Pour obtenir la séparation, il faut en quelque sorte déchirer cette mince couche d'air. On expulse cet air adhérent aux planches en les plaçant l'une sur l'autre par glissement. Alors la supérieure soulevée enlève l'inférieure si épaisse qu'elle soit.

Une autre expérience familière, que tout le monde à faite, prouve encore mieux qu'en effet les corps retiennent à leur surface une portion de l'air qui les environne. On présente à la surface de l'eau, horizontalement et de près, une longue et grosse aiguille à coudre. On l'abandonne,

elle tombe sur l'eau et y surnage. On peut faire l'expérience avec une aiguille à tricoter, si elle est droite. L'air dont elle est entourée exerce sur l'eau une dépression visible qui s'étend à plusieurs millimètres. Le poids réuni de cette couche d'air et de l'aiguille est moindre que le poids du volume d'eau pareil à celui de l'aiguille. On peut répéter l'expérience avec un bâton de cire d'Espagne ordinaire.

J'ai fait flotter sur l'eau 4 lentilles de verre bi-convexes dont les

diamètres sont	6,1	20,5	12,6	16,0
et les épaisseurs	2,1	2,2	1,87	3,0 ;

mais comme leur couche d'air se laisse traverser par la vapeur d'eau, et que cette vapeur vient se condenser sur la surface inférieure de la lentille, en raison de la forte attraction du verre pour l'eau, la lentille augmente de poids par l'addition d'une mince couche d'eau et se précipite au fond du vase après avoir surnagé pendant quelques instants. Elle flotte un temps indéfini si l'on empêche la formation de cette couche d'eau en couvrant la surface de la lentille d'une mince couche de graisse. La couronne de dépression s'étend à 11$^{\text{mill.}}$ du bord des lentilles, car elles commencent à marcher rapidement l'une vers l'autre quand les points qui vont se toucher sont distants de 22.

J'ai fait flotter sur l'eau des paillettes dorées de 7,9. La dépression s'étend à 8 des bords. Elle s'étend à 11 quand je charge la paillette d'un grain de plomb épais de 2,5. J'ai également fait flotter sur l'eau des globules de mercure ayant jusqu'à six dixièmes de millimètre d'épaisseur.

Le plus gros grain de plomb libre qu'on peut faire flotter a 1,46 de diamètre, il pèse 0,0185.

L'air ou le gaz que les corps retiennent à leur surface peut être une cause d'erreur et souvent un embarras dans les manipulations physiques ou chimiques. Le verre retient l'air avec une si grande force qu'il faut recourir au moyen extrême de l'ébullition du mercure pour chasser cet air qui adhère au tube barométrique ou thermométrique même lorsque ce tube est fort large.

Les corps solides ou liquides ont de l'affinité pour eux-mêmes ; ils

doivent donc retenir à leur surface une portion de leur propre vapeur si elle n'est pas déplacée par une cause extérieure plus puissante. Nous voyons les comètes retenir autour de leur noyau une immense atmosphère de leur propre substance.

L'odeur d'une fleur, d'un métal, d'un corps quelconque qui n'est pas en état de décomposition, atteste l'existence d'une semblable atmosphère. On la constate facilement sur la fraxinelle en fleur.

Ce sont ces considérations très simples qui m'ont conduit à la conjecture à laquelle j'aurai recours pour expliquer, s'il se peut, la suspension des nuages.

Saussure observant à la loupe ce qui se passe à la surface d'une infusion chaude de café, a vu s'élever et s'envoler des gouttelettes d'eau qui en faible partie retombaient et roulaient sur le liquide pour disparaître ou s'envoler de nouveau par l'agitation de l'air. Il en a conclu que ces gouttelettes sont creuses. On conçoit en effet que dans cette expérience, des globules d'air ou de vapeur s'élèvent de l'intérieur de la masse jusqu'à la surface où ils soulèvent et emportent avec eux une mince couche sphérique de liquide. Il en est sans doute qui crèvent en se détachant du liquide et se transforment en gouttelettes pleines ; mais pleines ou creuses ces gouttelettes étant aqueuses ne peuvent venir en contact immédiat avec le liquide sans se confondre avec lui. Si elles roulent sur le liquide, c'est qu'elles sont entourées d'une atmosphère d'air et de vapeur d'eau fortement retenue à leur surface et qui les protége contre l'attraction du liquide, lequel les anéantirait au moment même du contact.

Etant plongé dans un nuage, Saussure voyait de ces gouttelettes « rouler sur la surface noire d'une boîte d'écaille, d'autres la frapper » obliquement et rejaillir comme un ballon lancé contre une muraille. » Ce bondissement s'explique encore par l'élasticité de l'atmosphère retenue à la surface des globules pleins ou creux. L'écaille est susceptible d'être mouillée par l'eau, ce qu'attestent d'ailleurs les gouttes qui s'y attachent sans rebondir. Si donc les vésicules aqueuses arrivaient jusqu'au contact immédiat de l'écaille, elles s'y briseraient et

en mouilleraient la surface, c'est encore le matelas gazeux couvrant l'écaille et la vésicule qui s'oppose à ce contact immédiat.

J'ai fait des bulles avec une dissolution de savon mou dans l'eau distillée. J'ai laissé tomber ces bulles plus ou moins grosses sur de l'eau distillée couvrant le fond d'un bassin. Quand elles tombent d'un mètre de hauteur, elles rebondissent 3, 4, 5 et 6 fois et surnagent jusqu'à ce qu'elles crèvent par l'amincissement de la pellicule. On obtient cet effet quand la bulle plus ou moins grosse ne tient pas en suspension une goutte de liquide à son point inférieur, quand elle est mince et colorée lorsqu'on l'abandonne à la pesanteur. La bulle crève en arrivant sur l'eau quand elle tient en suspension une goutte de dissolution : cette goutte fait l'office d'une sorte de pointe qui perce le matelas protecteur ; les deux liquides sont ainsi mis en contact immédiat, ce qui détermine la rupture.

Dans l'état sphéroïdal des liquides, c'est aussi un matelas de vapeur qui s'oppose au contact de la goutte avec le creuset de platine incandescent. Par le renouvellement continuel de cette vapeur, la goutte se maintient à une température égale ou inférieure à celle de l'ébullition du liquide.

Les bulles de savon se conservent plus ou moins longtemps en raison de la viscosité du liquide ; mais comme les parties supérieures coulent sans cesse vers les parties inférieures, la bulle qui flotte sur l'eau s'amincit par le sommet et c'est par là qu'elle crève en moins de deux minutes. Quand on abandonne la bulle à l'air libre et légèrement agité, elle s'envole et elle se conserve plus longtemps, parce qu'en tournant sur elle-même l'amincissement est moins localisé.

Par l'agitation continuelle de l'air, les vésicules aqueuses des nuages prennent des positions variées qui s'opposent à l'amincissement sur un point, ce qui contribue à leur conservation ; mais l'eau pure est si peu visqueuse et son évaporation si active qu'on a peine à comprendre comment ces vésicules peuvent résister pendant une seule minute à ces deux causes de destruction. Il est bien plus difficile encore de s'expliquer la formation de ces vésicules. Je ne comprends pas du

tout comment il peut se faire que des atomes d'eau disséminés dans l'air serein s'assemblent par le refroidissement, de manière à former une enveloppe sphérique infiniment mince. Mais cela ne m'autorise pas à nier absolument l'existence de ces vésicules.

Nous ne savons rien sur la force avec laquelle les corps retiennent à leur surface une couche de l'air ou du gaz qui les environne, ni sur l'épaisseur de cette couche. Cette force et cette épaisseur paraissent indépendantes de la masse du corps, ou du moins elles me paraissent dues plutôt à la nature du corps qu'à la masse. Il est probable que cette force attractive décroît très rapidement pendant que la distance à la surface augmente lentement.

Plongeons, par la pensée, dans un gaz plus pesant que l'air, dans l'acide carbonique, par exemple, un globule solide entouré de l'atmosphère d'air qu'il retient à sa surface. Si la pression de bas en haut que le gaz pesant exerce sur les dernières couches de l'atmosphère d'air du globule est plus grande que la force exercée par le globule sur cette partie de son atmosphère, l'air sera partiellement détaché et le globule pesant pourra tomber au fond du vase. Dans le cas contraire, le globule pourra rester en équilibre, si la masse n'est pas trop forte.

Soient D le diamètre extérieur de la couche d'air retenue par le globule ; $a = 0,0013$ la densité de l'air ; d le diamètre d'un globule quelconque ; b la densité de sa matière, et enfin δ la densité du milieu où l'on plonge les globules. Il est évident que pour le cas de l'équilibre on aura :

$$\frac{\pi}{6}\, d.^3 b + \left(\frac{\pi}{6}\, D.^3 a - \frac{\pi}{6}\, d.^3 a\right) = \frac{\pi}{6}\, D.^3 \delta,$$

d'où l'on tire :

$$\frac{D}{d} = \sqrt[3]{\frac{b-a}{\delta - a}} = m \quad \text{et} \quad \frac{D-d}{2d} = \frac{m-1}{2};$$

$\frac{m-1}{2}$ sera l'épaisseur de l'atmosphère d'air, le diamètre du globule étant 1.

D'après cette formule, l'épaisseur de l'atmosphère nécessaire à l'équilibre décroît quand la densité du globule diminue et quand la densité du milieu augmente ; ainsi, les chances de suspension augmentent à la fois par la plus faible densité du globule et par la plus grande densité du milieu, ce qui, d'ailleurs, est évident par soi-même. Il se peut, d'après cela, qu'un globule solide soit spécifiquement assez léger et le diamètre assez petit pour que l'atmosphère d'air ne soit pas entièrement détachée par l'eau où l'on plonge le globule, et qu'il reste assez de cet air pour que l'équilibre ait lieu. C'est en effet ce qui arrive avec les résines qui, toutes, excepté le caoutchouc et le camphre, sont spécifiquement plus pesantes que l'eau. Je prends, par exemple, un globule plus gros qu'un pois de mastic en larmes, dont la densité est 1,0742 ; déposé sur l'eau, il surnage ; mais quand on le plonge dans le liquide, la presque totalité de l'air qu'il retient à sa surface est chassée par la forte pression de l'eau, il n'en reste pas assez autour du globule pour remplir la condition d'équilibre, parce que le globule est trop gros pour le peu d'air qui reste. Mais si l'on réduit le mastic en poudre grossière, les plus gros fragments se précipitent au fond du vase, et les plus petits montent à la surface. Après avoir violemment agité le mélange, on voit encore les plus gros fragments descendre au fond de l'eau, les plus petits monter à la surface, et beaucoup d'autres rester en suspension au milieu de la masse. Autour des gros fragments il ne reste pas assez d'air ; autour des petits il en reste plus qu'il n'en faut ; autour des autres il en reste juste ce qui est nécessaire pour remplir la condition d'équilibre. Ces derniers fragments sont assez gros encore pour être parfaitement distingués à l'œil nu. Parmi les fragments suspendus, on en trouve de fort gros qu'on s'attend à voir descendre et qui montent au contraire à la surface ; c'est qu'une petite bulle d'air, visible à la loupe, s'est attachée à la surface de ces fragments.

Pour avoir l'épaisseur de l'atmosphère d'air autour d'un globule de

mastic suspendu dans l'eau, il faut faire, dans la formule ci-dessus, $b = 1,0742$, $\delta = 1$, et $a = 0,0013$. On trouve ainsi :

$$\frac{m-1}{2} = 0,01208865.$$

J'estime à 0,4 le diamètre d'un globule de mastic en suspension ; l'épaisseur de la couche d'air sera donc $0^{mill},0048$.. ou 5 millièmes de millimètre.

Dans de l'eau distillée et privée d'air par l'ébullition, on a jeté du soufre en poudre grossière. Le vase a été mis sous le récipient de la machine pneumatique et l'on a donné un seul coup de piston ; il a suffi pour faire remonter une bonne partie des fragments précipités, parce que l'air resté autour d'eux s'est dilaté. Pour les plus gros fragments, cet air s'est formé en globule visible. Pour d'autres, l'air restant n'était pas visible ; mais son existence est prouvée par leur ascension. En rendant l'air, les fragments descendaient ; ils remontaient par un coup de piston. En continuant de pomper l'air, les fragments remontaient presque tous pour descendre par la rentrée de l'air, et remonter encore par un vide poussé plus loin. L'air était retenu avec beaucoup de force à la surface des petits fragments précipités, car ils remontaient encore lorsque la pression était réduite à un centimètre de mercure.

Pour un fragment sphérique de soufre en équilibre dans l'eau, on a

$\delta = 1$, $a = 0,0013$ et $b = 1,9707$, d'où $\frac{m-1}{2} = 0,129$..

le diamètre du globule étant 1.

Ces préliminaires terminés, j'aborde mon sujet de plus près.

Si des globules d'eau contenus dans un cube ne se touchent pas, s'ils sont également distants les uns des autres, soit x le nombre qu'il peut y en avoir sur l'une des dimensions du cube, le nombre total de globules sera x^3, et si l'on multiplie x^3 par le poids $\frac{\pi}{6} d^3$ de chacun,

on aura $\frac{\pi}{6} x^3 d^3$ pour le poids total. Soit p ce poids total, on aura :

$$\frac{\pi}{6} x^3 d^3 = p \quad \text{d'où} \quad x = \frac{1}{d}\sqrt[3]{\frac{6p}{\pi}}.$$

x étant le nombre de globules qu'on peut placer à distances égales sur le côté du cube,

$$\frac{1}{x} = d\sqrt[3]{\frac{\pi}{6p}}$$

sera la distance entre les centres des globules, $\frac{1}{dx}$ sera le nombre de globules en contact qu'on pourra mettre entre deux d'entre eux. Or,

$$\frac{1}{d\,x} = \sqrt[3]{\frac{\pi}{6p}}.$$

ce nombre sera donc constant si p est constant. Ainsi donc, que ces globules soient gros ou fins, s'il y en a un même poids p dans un volume donné, ils seront toujours à la même distance les uns des autres, cette distance, mesurée de centre à centre, ayant pour unité le diamètre du globule.

Je cherche maintenant à me procurer une valeur approximative de p.

A Lille, la quantité de pluie qui tombe *en une seule ondée*, s'élève rarement à 10 millimètres. Les grosses pluies d'orage atteignent 14, 17 et parfois 20 millimètres, selon leur durée. Il est rare qu'une pluie continue donne 3 millimètres par heure. Dans les basses latitudes, ces diverses pluies sont beaucoup plus abondantes ; mais nulle part, dans les mêmes circonstances, la quantité d'eau tombée ne s'élève à dix fois celle qu'on recueille à Lille.

Nous avons donc à Lille tout au plus 10 millimètres d'eau en moyenne, pour une seule averse d'une heure. Cela forme, sur un mètre carré de surface, une couche d'eau pesant 100000 grammes.

Sur cette base d'un mètre carré, élevons une colonne d'air de 1000 mètres dans laquelle nous distribuerons également les 100000 grammes d'eau sous la forme de gouttelettes ou de vésicules comme elles sont dans les nuages. Nous aurons ainsi 10 grammes de ces gouttelettes dans chaque mètre cube de ce nuage factice. Nous ne pouvons pas néanmoins substituer ce nuage factice aux nuages réels qui, dans une ondée, ont fourni la couche d'eau de 10 millimètres, parce qu'après la pluie l'air reste souvent chargé de nuages, contenant peut-être encore le tiers de toute l'eau primitive. Il paraît donc assez raisonnable d'admettre que dans les nuages qui fournissent 10 millimètres d'eau en une seule ondée, il y a 15 grammes d'eau par mètre cube. Outre l'eau en gouttelettes suspendues, il y a encore dans un mètre cube d'air nuageux une quantité d'eau dissoute qui varie avec le degré de saturation. Si l'air est loin de la saturation, les globules diminueront de poids et de volume par évaporation ; c'est ainsi que les nuages se dissipent. Si l'air est presque saturé, la cause à laquelle j'attribuerai plus loin la suspension des globules d'eau, ne suffisant plus, les plus gros globules obéiront sans obstacle à la pesanteur et tomberont vers le sol. S'ils ont, par exemple, une grosseur de 0,05647, il suffira qu'ils en rencontrent 5553 sur leur trajet de 2 à 3 mille mètres pour arriver au sol sous la forme de gouttes de pluie ayant un millimètre de diamètre. Quand ils tombent de moins haut, quand un brouillard près du sol se résout en pluie, les globules, en tombant, n'en rencontrent pas assez d'autres dans leur court trajet, pour grossir sensiblement, aussi sont-ils excessivement petits ; on les désigne plutôt sous le nom d'humidité que sous le nom de pluie.

Dans l'hypothèse de 15 grammes de globules d'eau dans un mètre cube de nuage, ou de $p = 0^{g},000015$ dans un centimètre cube, on a :

$$\frac{1}{dx} = 32,68153\ldots$$

c'est-à-dire qu'entre deux globules, il y a place pour en mettre 31 à la file.

La distance $\frac{1}{x}$ entre les centres des globules ayant les grosseurs données plus haut, s'obtiendra en multipliant ces grosseurs par 32,68153.., on trouve ainsi que pour les grosseurs

0,05647 0,02259 0,00852 0,00510 0,00452,

les distances des centres sont respectivement, en millimètres :

1,8455 0,7056 0,2784 0,1667 0,1477.

S'il y a plus ou moins que 15 grammes de globules d'eau dans un mètre cube de nuage,

si $p =$ 0,000020 0,000015 0,000010 0,000005,

$\frac{1}{dx} =$ 29,684 32,681 37,314 47,121.

quantités qui croissent comme la racine cubique de p diminue.

Il reste à assigner une cause à la suspension des globules, c'est-à-dire à la suspension des nuages.

Quand des masses d'air saturées à des températures différentes se mêlent par l'action des vents, les globules se forment et pour peu que le soleil relève la température du mélange, la saturation n'est plus complète. Dans ce cas les globules perdent de leur poids par évaporation, il se forme autour d'eux une atmosphère de vapeur invisible, retenue par l'attraction du globule d'eau. Peut-être même que le globule s'empare d'une partie de la vapeur invisible répandue dans l'air qui l'environne. Le globule et son atmosphère de vapeur pesant ensemble moins qu'un pareil volume d'air, restent suspendus.

Telle est l'explication ou l'hypothèse à laquelle je m'arrête pour rendre raison de la suspension des nuages et des brouillards.

Cela admis, il est facile de calculer, par la formule déjà employée, quelle doit être l'étendue de cette atmosphère de vapeur pour le cas de l'équilibre.

La densité de la vapeur d'eau à 0° et à 760 mill. de pression, est $0_g,00081$, c'est la valeur de a dans la formule

$$\frac{D}{d} = \sqrt[3]{\frac{b-a}{\delta - a}};$$

on a aussi $b = 1^g$ et $d = 0^g,0013$. Avec ces nombres, on trouve :

$\frac{D}{d} = 12,681$ et $\frac{D-d}{2} = d \times 5,84$ pour l'épaisseur de l'atmosphère de vapeur. En multipliant donc les diamètres

$d =$ 0,05647 0,02259 0,09852 0,00510 0,00452

par le nombre constant 5,84, on aura en millimètres les épaisseurs suivantes de l'atmosphère de vapeur :

0,3298 0,1319 0,0497 0,0298 0,0264.

Le poids de l'atmosphère est une fois et deux tiers le poids du globule.

Le poids du volume d'air déplacé par l'atmosphère de vapeur, est deux fois et deux tiers le poids du globule.

Dans l'hypothèse de

$p =$ 0,000020 0,000015 0,000010 0,000005,

on a $\frac{1}{Dx} =$ 5,082 5,596 6,389 8,068.

c'est-à-dire qu'entre les globules ayant 0,05647 d'épaisseur, entourés de leur atmosphère, il y a place pour en mettre à la file les nombres ci-dessus, diminués d'une unité.

Pour qu'il y ait contact entre les atmosphères des globules, il faut qu'on ait :

$$\frac{1}{Dx} = 1, \text{ ou } d^3 . \frac{\pi}{6p} = D^3, \frac{\pi}{6p} = \frac{D^3}{d^3} = \frac{b-a}{\delta - a},$$

d'où $$p = \frac{\pi}{6} \times \frac{\delta - a}{b - a} = 0{,}0002567714\ldots.$$

il faut donc que chaque mètre cube contienne 256^g,7714.. d'eau en globules ; or,

$$\frac{256{,}7714}{15} = 17{,}118.$$

Il n'y a pas que je sache, sur le globe, une contrée où, *en une seule ondée*, il tombe 17 fois autant d'eau que dans nos climats. D'où on peut conclure qu'en tout temps et partout les globules des nuages sont assez éloignés les uns des autres pour que les atmosphères ne se touchent pas.

Les résultats numériques ci-dessus ne paraissent ni exagérés ni improbables ; ils militent, ce me semble, en faveur de l'explication que je propose avec réserve et comme tentative de solution d'une difficulte sérieuse. Cette explication est évidemment applicable au cas où le nuage serait composé de globules creux, ou de cristaux libres, ou de cristaux aglomérés sous forme de neige, car, à toute température, l'eau liquide ou solide s'évapore, à moins que l'air ne soit saturé.

Il va sans dire que si l'on changeait les valeurs approximatives de p, a, b, δ, les résultats numériques seraient un peu différents ; mais les conclusions générales resteraient les mêmes. Par exemple, au lieu d'employer les densités de l'air et de la vapeur d'eau à la pression 760 des régions inférieures pour le cas des brouillards, on pourrait employer les densités 0,00064 et 0,00103 à la pression de 600 millimètres de la région des nuages. On trouverait ainsi $d \times 6{,}342$ au lieu de $d \times 5{,}84$ pour l'épaisseur de l'atmosphère des globules.

Les atmosphères ne peuvent pas avoir des épaisseurs proportionnelles aux diamètres des globules qu'elles entourent, car on en tirerait cette conséquence absurde qu'une sphère d'eau aussi grosse qu'on voudra pourrait se soutenir dans l'air. Il y a donc une limite à l'épaisseur possible de cette atmosphère et conséquemment une limite à l'épaisseur du globule. Un peu au-delà de cette limite, le globule ne peut être soutenu par son atmosphère insuffisante, il tombe ou il des-

cend dans une couche plus dense et en même temps plus sèche ; le globule y perd de son poids par évaporation et remonte. Si, au contraire, l'atmosphère limite est plus que suffisante pour soutenir un fin globule, celui-ci s'élève plus haut ; c'est ainsi que les nuages montent et descendent. Il est certain, d'ailleurs, que les nuages bas sont généralement profonds, obscurs, composés de globules très-gros, ne donnant, quand ils en donnent, que des couronnes ternes, mal faites, très étroites. Au contraire les nuages les plus élevés sont ordinairement blancs, peu épais et donnent presque toujours des couronnes vives, larges et bien faites, ce qui atteste à la fois l'égalité et l'extrême petitesse des globules.

On a de Gay-Lussac une explication de la suspension des nuages (1) qu'il suppose être un amas de vésicules aqueuses. L'air chaud qui s'élève sans cesse de la terre soulève ces vésicules comme il soulève les bulles de savon abandonnées à l'air libre. Dans un appartement fermé les bulles tombent parce qu'aucun courant ascendent d'air chaud n'y existe. Dans l'autre cas, celui des globules pleins, « on a plus de » peine, dit-il, à admettre qu'un corps mille à douze cents fois plus » dense que l'air qu'il déplace à la hauteur des nuages ne se précipite » pas vers la surface de la terre, et que la principale masse des » nuages se soutienne à des hauteurs de 1500 à 2500 mètres. »

Fresnel (2) a donné du phénomène une explication qui s'applique à tous les cas. La voici :

« On sait que l'air et tous les autres gaz incolores laissent passer » les rayons solaires et même le calorique rayonnant sans s'échauffer » sensiblement, et que, pour élever leur température, il faut le contact » des corps solides ou liquides échauffés par ces mêmes rayons lumi- » neux ou calorifiques. Cela posé, considérons le cas où un nuage » serait formé de très-petits globules d'eau ou de cristaux de neige » excessivement déliés. On conçoit d'abord, qu'il résulte de l'extrême

(1) Ann. de chim. et de phys. T. 21, page 59 et 60.
(2) Ann. de chim. et de phys. T. 21, page 260 à 263.

» division de l'eau solide ou liquide du nuage, un contact très-multiplié de l'air avec cette eau, susceptible d'être échauffée par les » rayons solaires et par les rayons lumineux et calorifiques qui lui » viennent de la terre, et qu'en conséquence, l'air compris dans l'intérieur du nuage, ou très-voisin de sa surface, sera plus chaud et » plus dilaté que l'air environnant ; il devra donc être plus léger : or, » il résulte également de notre hypothèse sur l'extrême division de la » matière du nuage, que les particules qui le composent peuvent être » très-rapprochées les unes des autres, ne laisser entr'elles que de » très-petits intervalles, et, néanmoins, être encore elles-mêmes » très-fines relativemeut à ces intervalles ; en sorte que le poids total » de l'eau contenue dans le nuage soit une petite fraction du poids » total de l'air qu'il comprend, et assez petite pour que la différence » de densité entre l'air du nuage et l'air environnant compense, et » au-delà, l'augmentation de poids qui résulte de la présence de l'eau » liquide ou solide. Lorsque le poids total de cette eau et de l'air » compris dans le nuage sera moindre que le poids d'un volume égal » de l'air environnant, le nuage s'élèvera jusqu'à ce qu'il parvienne à » une région de l'atmosphère où il y ait égalité entre ces deux poids ; » alors il restera en équilibre. »

. . . .

« Il est, sans doute, encore d'autres causes qui contribuent à » l'élévation et à la suspension des nuages dans l'atmosphère, telles » que les courants ascensionnels dont M. Gay-Lussac vient de parler » dans les *Annales de Chimie et de Physique* : je ne me suis pas » proposé ici de passer en revue toutes ces causes et de les discuter, » mais seulement d'indiquer celle qui me paraît la plus influente. »

L'explication qu'on vient de lire est assurément fort séduisante ; mais elle ne tient aucun compte de l'indépendance des globules ; au contraire, elle les suppose implicitement liés entre eux et à l'air par des causes ou des forces que l'auteur n'indique pas. En vain les globules et l'air chaud des nuages pèseraient ensemble autant qu'un pareil volume de l'air froid environnant et déplacé, si ces globules ne

sont pas retenus par une cause quelconque ; s'ils sont libres, indépendants, ils tomberont d'autant plus facilement que l'air du nuage sera plus chaud et plus léger. Ils sont alors dans le cas des molécules libres d'un précipité au milieu de l'eau plus légère.

On admet assez généralement avec Halley, Saussure, Gay-Lussac et d'autres savants, que les nuages sont principalement composés de vésicules aqueuses suspendues dans l'air par des causes sur lesquelles l'opinion n'est pas encore fixée.

Je vais examiner le cas des vésicules, je les supposerai d'abord remplies de vapeur d'eau. Je représenterai par :

a la densité de la vapeur d'eau ;
δ la densité de l'air ;
1 la densité de l'eau ;
D le diamètre extérieur de la vésicule ;
d le diamètre intérieur de la vésicule

$\frac{D-d}{2}$ sera l'épaisseur, en millimètres, de la pellicule aqueuse.

Pour le cas de l'équilibre on aura :

$$\frac{\pi}{6}D.^3\,1-\frac{\pi}{6}d.^3\,1+\frac{\pi}{6}d.^3\,a=\frac{\pi}{6}D.^3\,\delta$$

d'où l'on tire

$$\frac{D}{d}=\sqrt[3]{\frac{1-a}{1-\delta}}=1{,}0001302=m,$$

en prenant $a=0{,}00064$ et $\delta=0{,}000103$.

L'épaisseur de la pellicule aqueuse sera

$$\frac{D-d}{2}=d.\frac{m-1}{2}=D.\frac{m-1}{2m}=D\times0{,}0000651.$$

Saussure évalue à $\frac{1}{380}$ de ligne ou 0,00593 le diamètre D des plus petites vésicules, et au double ou 0,01186 les plus grosses de celles qui peuvent se soutenir dans l'air. Selon mes observations sur les couronnes, les plus grosses vésicules auraient au moins 0,05647 de

diamètre. Je pousserai l'exagération jusqu'à porter cette grosseur à 0,07. On aura ainsi pour D les diverses valeurs suivantes :

$$D = 0{,}07 \qquad 0{,}05647 \qquad 0{,}01186 \qquad 0{,}00593$$

qui décroissent comme les nombres

$$11{,}80 \qquad 9{,}52 \qquad 2{,}00 \qquad 1{,}00$$

on aura donc pour $\frac{D-d}{2}$ en millimètres les valeurs suivantes pour les diverses épaisseurs des pellicules :

0,000 004 507 0,000 003 676 0,000 000 772 0,000 000 386.

La première, la plus épaisse de ces pellicules, est plus de 8 fois trop mince pour réfléchir le noir du premier ordre. Il faudrait qu'elle fût trente fois plus épaisse pour réfléchir le jaune paille du premier ordre.

Afin d'avoir une pellicule plus épaisse, allons jusqu'à supposer que les vésicules sont vides ; faisons donc $a = o$, nous trouverons 0,000012 pour l'épaisseur de la pellicule ayant 0,07 de diamètre. Or, cette pellicule est encore si mince qu'elle peut à peine réfléchir le noir du premier ordre. Elle doit crever à la moindre agitation, à la moindre perte de substance par l'évaporation. C'est-à-dire enfin que les vésicules dont on suppose les nuages formés, sont en réalité trop épaisses et trop pesantes pour se soutenir dans l'air alors même qu'elles seraient vides. Pour en expliquer la suspension on est obligé de s'en tenir aux courants ascendants d'air chaud de Gay-Lussac ou de donner aux vésicules comme aux globules pleins, une atmosphère de vapeur d'eau.

Calculons l'épaisseur de cette atmosphère. Représentons par :

D le diamètre extérieur de cette atmosphère de vapeur ;
D le diamètre extérieur de la vésicule ;
d le diamètre intérieur de la vésicule ;
a la densité de la vapeur d'eau ;
δ la densité de l'air ;
$E = \frac{D-d}{2}$ l'épaisseur de la pellicule liquide.

Nous supposerons la vésicule pleine d'air.

La condition de l'équilibre sera :

$$\left(\frac{\pi}{6}\mathfrak{D}^3 a - \frac{\pi}{6} D.^3 a\right) + \left(\frac{\pi}{6} D.^3 1 - \frac{\pi}{6} d.^3 1\right) + \frac{\pi}{6} d.^3 \delta = \frac{\pi}{6}\mathfrak{D}.^3 \delta$$

d'où l'on tire

$$\mathfrak{D}^3 = D^3 \frac{1-a}{\delta - a} - (D - 2E)^3 \cdot \frac{1-\delta}{\delta - a}.$$

Je ferai $a = 0,00064$, $\delta = 0,00103$, $D = 0,05647$ et $E = 0,000670$ pour que la pellicule réfléchisse le vert d'émeraude du quatrième ordre. Avec ces nombres on trouve :

$\mathfrak{D} = 0,318282$ pour le diamètre de l'atmosphère de vapeur d'eau et $\dfrac{\mathfrak{D} - D}{2} = 0,130906$ pour l'épaisseur de cette atmosphère. Cette épaisseur vaut 2,318 fois le diamètre de la vésicule.

Si je prends $E = 0,000266$, la pellicule réfléchira le bleu cobalt du deuxième ordre et l'on aura $\mathfrak{D} = 0,235699$. $\dfrac{\mathfrak{D} - D}{2} = 0,0896145$.

L'épaisseur de l'atmosphère vaudra 1.587 fois le diamètre de la vésicule.

On aurait des résultats encore plus favorables si l'on supposait les vésicules pleines de vapeur d'eau, et à plus forte raison si on les supposait vides.

Toute cette longue dissertation se résume dans les quelques mots suivants :

On peut expliquer la suspension des nuages en admettant qu'ils sont composés de particules aqueuses retenant à leur surface une atmosphère de vapeur d'eau.

FRAGMENT PHILOSOPHIQUE,

Par M. A. GOSSELET, Membre résidant.

Séance du 2 mai 1856.

La liberté morale de l'homme est, depuis l'origine des discussions philosophiques, admise comme une vérité absolue, un fait universel. Elle a, comme principe, fait peser sur tous les individus une responsabilité complète. Il a fallu arriver jusqu'à la fin du siècle dernier pour soupçonner que cette liberté morale était quelquefois limitée ou entravée, et ce n'est que depuis un petit nombre d'années que la ***législation pénale***, faisant la part de ces entraves, admet des circonstances atténuantes dans la perpétration des crimes.

C'est sous la pression persévérante des médecins-aliénistes, que la justice humaine décharge quelquefois de toute responsabilité morale les malheureux que le dérangement des fonctions cérébrales a poussés au crime par une force irrésistible et fatale.

Une matière aussi délicate au point de vue des intérêts de la société ne pouvait en effet sortir des langes où la retenait une philosophie contemplative qui, recueillie en elle-même, voulait se placer en-dehors ou au-dessus de la nature, négliger l'observation, seule base de tout progrès, et trouver dans les limites étroites de l'imagination et des passions personnelles, l'explication, la justification de tous les actes de l'humanité. Chaque philosophe devait donc avoir sa théorie, ses principes, ses vérités scholastiques, d'où s'échappèrent tant de disputes oiseuses, tant d'argumentations à perte de vue, qui n'en laissaient pas moins chacun dans ses convictions, dans ses principes particuliers. Mais il est remarquable qu'à travers ces conflits prolongés, un accord parfait, unanime (sauf la manière d'expliquer), régnait sur ce seul

point de métaphysique : la liberté morale considérée comme l'unique sauvegarde de la société.

Lorsqu'au milieu du tourbillon de 89, de cette grande aspiration vers toutes les libertés, Pinel fit tomber les chaînes des aliénés et les tira de leurs cachots ; en même temps qu'il leur rendait la liberté physique, il démontrait que ces pauvres gens n'avaient plus la liberté morale, et qu'un état maladif ou congénital était la cause de cette privation. Je n'arrêterai qu'en passant l'attention sur les idées que devaient jeter dans la philosophie la doctrine de Gall, et les faits qu'il apportait pour la soutenir. Qu'il me soit permis cependant, pour faire comprendre jusqu'à un certain point quel dût être le retentissement de cette théorie, de mentionner une épreuve qui en fut faite au bagne de Toulon par l'un de nos médecins aliénistes les plus distingués.

Après avoir exposé le but de sa visite au directeur de l'établissement, et en présence des médecins et chirurgiens du bagne et de la marine, l'expérimentateur passa derrière la ligne des condamnés, et fit sortir des rangs 22 numéros dont la nuque l'avait frappé, parmi 372 têtes mises à sa disposition. En vérifiant ensuite les registres matricules, il se trouva que 13 de ces 22 numéros étaient condamnés pour viol, et que les 9 autres étaient signalés par la surveillance comme les plus dangereux pour les mœurs, par leur cynisme et leur dépravation.

Abstenons-nous de tout commentaire et poursuivons : comme s'il n'était donné à l'intelligence humaine que de marcher à travers des exagérations outrées, par une espèce de titubation continue, un psychisme exclusif revint sur l'eau, s'efforçant de ramener les théories sur l'autre rive et de refluer vers toutes les conséquences de la liberté absolue dans les déterminations individuelles, et de l'animisme au point de vue de la médication.

On n'est pas obligé, il est vrai, d'expliquer, ni même de comprendre comment il se fait, d'après ce système, que les ames, émanation de la Divinité, puissent être, les unes sublimes et douées des plus estimables qualités, les autres perverses, infâmes, scélérates, ou bien incomplètes, malades et détraquées. On n'est pas obligé davantage

d'apprécier une logique qui prétend châtier, corriger le principe immatériel par l'incarcération, les tortures et la mort, ou le guérir par la saignée, les purgatifs et l'ellébore.

Il faut avant tout que la vindicte publique ait satisfaction, il faut que la crédulité trouve toujours des aliments et des motifs de crainte ou d'espérance.

Dans tous les temps les hommes, en proportion de leur ignorance, se sont complu à préposer une divinité quelconque à l'accomplissement des phénomènes mystérieux de la nature, (deus ex machinâ). Autant d'astres, autant d'immortels; derrière chaque arbre, sous chaque fleur, ils plaçaient une nymphe; toute fontaine avait ses naïades, ses dryades; des esprits familiers conseillaient les grands de la terre; des farfadets tourmentaient les excentriques. De la conjonction des astres, on tira des horoscopes; chacun eut son étoile; de profonds génies ont encore foi dans leur étoile, dans leur destinée.

Ces évocations poétiques ou religieuses devaient cependant s'effacer et disparaître au fur et à mesure que la lumière se faisait. Mais ne semblerait-il pas qu'une seule de ces nymphes a pu braver l'éclat des soleils scientifiques, et que pour ne pas être délogée, elle se soit réfugiée dans le cerveau de l'homme?

La période philosophique où nous entrons prend aussi son cachet particulier; époque de conciliation, d'éclectisme, de pacification, si jamais la paix pouvait régner dans le domaine de la philosophie.

Que d'efforts surhumains, que de raisonnements, ou plutôt quelle logomachie nous voyons déployer autour de nous, dans les hautes régions, dans les académies elles-mêmes, pour croiser les opinions et en obtenir un produit métis d'une longévité fort problématique.

L'individualité a fait son temps, c'est la dualité humaine qui doit nous régir aujourd'hui. Mais que d'incertitude sur la dénomination que chaque lutteur veut donner à la partie subtile, animisme, vitalisme, psychisme. Combien on est plus embarrassé encore quand il s'agit de faire le partage des facultés entre les deux éléments de la dualité.

Quelle est l'influence de l'ame sur le corps. du corps sur l'ame? Que devient l'ame dans le sommeil, dans les réves, le somnambu-

lisme spontané ou artificiel ? Voilà, certes, de hautes questions bien dignes des honneurs du concours et des récompenses décernées par l'Institut. Mais tout n'est pas là encore : auquel des deux éléments de la dualité attribuer les perceptions, les sensations, la comparaison, le jugement, la détermination, etc., etc. Les divisions et subdivisions ne manquent pas, hélas, dans l'énoncé des facultés intellectuelles, et malheureusement, pour la conciliation, toutes ces facultés se modifient à l'infini dans ce que l'on appelait autrefois l'*individu*. Celui-ci par exemple, susceptible d'attention pour une chose, ne pourra jamais la fixer sur une autre ; celui-là, jugeant parfaitement une série de faits, appréciera les autres d'une manière complètement fausse, bien que doué d'une bonne organisation. Que devient la liberté du choix au milieu de toutes ces nuances ?

On pourrait assurément laisser passer inaperçues des conceptions dont tout le monde n'aperçoit pas au premier abord le côté pratique. Mais un examen attentif des faits démontre bientôt qu'à la faveur de nos faciles moyens de propagande, les idées, aujourd'hui, passent assez rapidement dans l'application, comme nous l'avons déjà fait pressentir, et relativement au sujet qui nous occupe, la législation, l'appréciation des jurés, la jurisprudence des tribunaux, d'une part, de l'autre la médecine, dans le traitement des maladies mentales, subissent infailliblement les influentes insinuations des théories qui ont cours, ou qui du moins occupent les esprits.

Nous ne rappellerons pas les errements incroyables qui, suivant les âges, suivant les pays, ont régi les lois pénales, et les raffinements avec lesquels on administrait les châtiments ou la peine capitale, en s'acharnant même quelquefois sur les cadavres. Les mêmes errements ont réglementé le sort des malheureux déshérités de l'intelligence ; tantôt considérés comme des émissaires mystérieux de la divinité, tantôt comme des échappés de l'enfer, tantôt enfin comme des monstruosités dangereuses, sinon criminelles, que les fers et le fouet pouvaient seuls contenir.

Nous voyons, de nos jours, l'opinion des défenseurs de la société, et les verdicts de culpabilité ou d'innocence se modifier dans des cir-

constances analogues, suivant certaines idées préconçues ou acceptées sur la foi de leurs auteurs.

De même, aux yeux d'une certaine école médicale, l'aliéné est un homme qui se trompe et que la fermeté, la douche, le raisonnement, doivent ramener à la réalité. Pour d'autres, l'organe cérébral, malade dans une étendue plus ou moins considérable, donne lieu aux désordres plus ou moins complets de la manie, de la monomanie, dont les impulsions inattendues sont niées encore par certaines personnes de l'art médical ou de la robe. Aussi, au milieu de semblables discidences, est-il bien difficile que les degrés de responsabilité morale soient appréciés d'une manière uniformément équitable.

Elle serait sans doute ridicule la prétention de ramener à une précision mathématique la balance qui doit peser les actions humaines. Mais il est permis d'espérer qu'on arriverait à plus d'exactitude en se débarrassant de tant de faux poids, et en prenant pour point d'appui l'observation. Or, l'observation, pour acquérir quelque valeur et s'approcher de la certitude, doit s'appliquer à tout ce qui nous entoure de près ou de loin, à tout ce qui, par analogie, par similitude, peut rectifier notre jugement; et certes, si déposant le vain orgueil auquel nous sommes beaucoup trop habitués à sacrifier, nous consentons à prendre des points de comparaison dans le reste de la création, les exemples, les analogies ne nous manqueront pas.

En effet, tout ce qui respire est soumis à des impulsions, à des répulsions par suite desquelles a lieu une détermination instinctive, raisonnée ou automatique. Nous ne tiendrons pas à l'explication pour nous occuper exclusivement du résultat de la prédominance de l'une sur l'autre incitation; prédominance qui varie à l'infini chez les individus d'une même espèce, et qui, par conséquent, détermine des actes entièrement différents en présence d'un même objet. Prenons des exemples :

La fourmi, soit qu'elle visite ses nouvelles constructions, soit que, troublée dans ses foyers elle porte ailleurs ses pénates et sa progéniture, suit généralement, sans dévier d'une ligne, la route tracée par sa devancière; et si un obstacle est tout-à-coup interposé, il sera

surmonté par les unes, tourné par les autres, et fera rebrousser chemin aux plus timides.

La limace, dont la trace visqueuse nous présente d'habitude un plan labyrinthique remarquable par l'incertitude et l'hésitation qui l'a dessiné, montre quelquefois une obstination étonnante à poursuivre sa route dont on la détourne vingt fois inutilement.

La race canine, si fidèle, si sûre pour la garde de nos personnes et de nos propriétés, si courageuse au moment du danger, offre cependant toutes ces qualités à des degrés infiniment variables. L'animosité à poursuivre à la chasse le gibier fort ou faible n'est point le partage de tous. Ainsi dans ces combats d'animaux dont nos pères étaient si avides, et qui se sont conservés jusqu'à nos jours, on lançait des meutes nombreuses contre des ours, des taureaux et autres dont les dispositions hostiles étaient les mêmes envers tous les assaillants. Le danger était le même pour chacun de ceux-ci ; et cependant, à peine l'arène était ouverte, que l'on pouvait saisir des impulsions diverses au milieu de l'élan général, et bientôt les premiers rangs se trouvaient éclaircis par la prudence d'un certain nombre. Mais la lutte engagée établissait encore des différences plus tranchées ; si les uns se rebutaient après quelques échecs, d'autres, lancés dix fois dans l'espace, revenaient au combat avec plus d'ardeur et d'acharnement ; d'autres encore, suspendus à leur proie, ne cessaient de la déchirer, même aux dépens de leur vie. Et parmi ces plus courageux, ce n'était ni la taille, ni la force, ni la race qui déterminait la ténacité. Il y a donc là quelque chose de spécial, un *nescio quid incitamentum.*

On connaît dans le bœuf ou le cheval de trait des différences notables dans le développement de forces volontaires pour vaincre les résistances. Tout le monde a pu voir le lion, le tigre, refouler leurs instincts carnassiers sous la cravache et le regard fascinateur de dompteurs de bêtes, et lécher la main qu'ils devaient dévorer plus tard.

Le nègre dans l'esclavage connaît les châtiments qui l'attendent s'il abandonne sa case, et cependant il n'hésite pas à déserter si le moindre espoir de liberté brille à ses yeux. Il fuit aussi momen-

tanément pour courir près de l'objet de ses amours, dût-il au retour périr sous le fouet impitoyable.

L'homme incomplet, l'idiot, le crétin, se livre à certains actes, à la colère non motivée, aux plaisirs solitaires surtout, avec une frénésie incroyable.

Dans la vie commune, la sphère des impulsions ou des répulsions a grandi ; elle s'étend avec les progrès de la civilisation à un plus grand nombre d'objets devenus nécessaires ou antipathiques. Heureusement, par une espèce de compensation, l'éducation intelligente qui se fait par les yeux ou par les oreilles, c'est-à-dire par l'exemple ou par les préceptes, peut diriger et modifier même profondément ces incitations dans l'intérêt de l'individu non moins que dans l'intérêt de la société. On leur doit alors les actes les plus nobles de vertu, de courage, de dévouement, d'abnégation.

Mais si l'éducation fait défaut, si trop généralisée, elle ne s'applique point avec sollicitude à rétablir un équilibre pondérateur entre toutes les tendances instinctives, sentimentales ou passionnelles de chaque organisation native ; si, de plus, de funestes exemples venant d'en haut, s'infiltrent par contagion dans les masses, oh ! alors la liberté morale n'est plus qu'une fiction, et les lois répressives, les lois pénales s'armeront en vain du glaive le mieux acéré. Leur tardive vengeance ne saurait un moment arrêter le crime lorsqu'il est considéré comme le seul ou le plus rapide moyen de satisfaire des appétits désordonnés.

Un cadre aussi restreint que celui-ci ne saurait comporter une énumération, même rapide, de toutes les tendances égoïstes, mystiques ou romanesques, qui semblent dominer la société à son insu, et dont l'exagération conduit à des actes tellement contraires aux intérêts généraux qu'ils sont frappés de réprobation et qu'on les considère comme conséquence de perversité ou de folie.

Dans ce dernier cas spécialement, la privation de liberté morale devient plus sensible, lorsque l'homme est déchu de la direction normale de tout ou partie de ses facultés primitives ; que les causes soient constatées ou non dans l'hérédité, dans l'exagération des sentiments ou dans le retentissement de désordres pathologiques.

Pour se rendre un compte exact des influences précitées, il ne faudrait point prendre à partie chaque unité morbide, et en approfondir les divagations. Il convient au contraire de s'élever, de manière à planer en quelque sorte sur l'ensemble des agglomérations d'aliénés. On sera bientôt frappé d'un certain air de famille dans les physionomies maladives d'un pays, d'une région, qu'on ne retrouvera plus ailleurs qu'à l'état d'isolement, et qui aura fait place à des linéaments d'un autre caractère.

C'est ainsi que dans nos départements du Nord, dans la Belgique, l'ensemble des manies, des démences, avec ou sans hallucination, se rattache plus ou moins intimement aux idées religieuses mal entendues, aux sortiléges, etc., tandis qu'à Paris et dans les environs, la police, la physique, le somnambulisme et leurs mystères, expliquent toutes les perturbations de ces pauvres cerveaux.

Le maniaque, le monomaniaque plus encore, car il met à la disposition de ses idées dominantes une logique sévère sur d'autres points, et dont il apprécie lui-même la justesse ; le maniaque, disons-nous, encouragé souvent par des hallucinations impératives, poursuit son but avec toute l'assiduité, toute la fermeté, la ruse dont il est capable, à travers des obstacles en apparence insurmontables.

Arrêtons-nous cependant avant d'accepter une généralisation trop exclusive. Car, si puissante, si tenace que soit leur volonté, il n'est pas impossible de la faire céder pour un temps plus ou moins long devant une volonté plus forte, une incitation plus énergique.

C'est ce que démontre la pratique journalière de nos maisons d'aliénés, où une patiente étude des caractères, une équité inflexible, secondée par les moyens d'action dont on dispose aujourd'hui, arrivent sûrement à dévier du moins, sinon à refouler toujours les penchants subversifs que les malades apportent dans ces établissements.

Ce serait sans doute ici le lieu de donner des exemples puisés dans la pratique, après avoir indiqué que les luttes les plus difficiles se rencontrent dans les croyances les plus absurdes et dans les propensions au suicide, de citer, entre autres, les observations de cette femme d'une complexion athlétique, qui, victime d'un sortilége, dut être

amenée à l'asile, garrottée, masquée de fer, tant elle était furieuse dans ses emportements, et qui s'avouant bientôt vaincue, abjurait franchement ses erreurs et rentrait dans sa famille, après avoir quelque temps conservé ses convictions, malgré un désaveu quotidien qui n'était que sur ses lèvres. La honte et la crainte d'un mensonge mirent ses pensées d'accord avec ses paroles.

Cette autre dame qui, devenue veuve et tourmentée par des scrupules religieux, voulait se faire périr par privation de nourriture ou par strangulation, et qui se trouvant tout-à-coup la tête plongée au fond d'une baignoire, sous prétexte de favoriser ses projets de suicide, s'empressa de déclarer, en se débattant, qu'elle ne devait pas périr par l'eau, qu'elle préférait reprendre la nourriture et revenir à la santé.

Mais ces exemples là, on en trouve partout, et les détails qui seuls peuvent leur donner quelque valeur, détourneraient par leur extrême intérêt l'attention recueillie que réclament les conclusions qui découlent des considérations précédentes et qui se résument ainsi :

1.° La liberté morale n'a jamais toute l'amplitude qu'on lui suppose généralement ; elle n'est jamais abolie d'une manière absolue.

Affirmer qu'il y a ou qu'il n'y a pas liberté n'est qu'exprimer une formule relative dont il faut se défier.

2.° L'éducation individualisée peut seule établir l'équilibre désirable entre les impulsions et les répulsions qui dirigent les actes de l'hu manité.

3.° La sévérité des lois n'atteint pas ce but, et le système pénitencier moralisateur appelle toute la sollicitude du législateur.

4.° L'intervention des systèmes psychologiques en matière criminelle peut donner lieu à des erreurs à jamais regrettables.

On ne saurait trop, dans ces circonstances, s'éclairer sur les antécédents, l'éducation, l'impressionnabilité particulière et les dispositions morales momentanées, de l'individu dont il faut apprécier les actes au point de vue des intérêts généraux.

6.° La médecine des maladies mentales, dans les cas où la surexcitation cérébrale n'est pas le résultat de désorganisations profondes, peut tirer un excellent parti de la réaction des sentiments et des penchants, par une espèce d'orthopédie intellectuelle.

7.° Enfin les méditations de cette nature doivent provoquer de notre part la plus grande sévérité sur nos propres actions, et beaucoup d'indulgence pour les autres.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

NOTES STATISTIQUES

SUR LA MORTALITÉ DE LA VILLE DE LILLE

PENDANT L'ANNÉE 1855,

Par M. J. CHRESTIEN, Membre résidant,

Séance du 4 juillet 1856.

C'est pour la quatrième année que je communique aujourd'hui des notes sur la mortalité à Lille. L'accueil que vous leur avez fait jusqu'ici et la persuasion où je suis que, pour être utiles, ces recherches doivent s'étendre sur un grand nombre d'années et être faites à fur et à mesure, en tenant compte de toutes les circonstances concomitantes, me décident à vous communiquer ces chiffres et ces notes, bien peu attrayants.

La base de mon travail résulte d'un tableau mensuel pour chaque arrondissement urbain, indiquant la date, le sexe, l'âge, l'état civil, la profession, la demeure, la cause présumée de la mort du décédé, de plus la mention s'il est né à Lille ou hors de Lille, s'il est décédé à l'hôpital ou à son domicile ; enfin, pour les enfants, si leurs parents sont originaires de Lille ou étrangers. Chaque tableau comporte donc huit ou dix renseignements. Celui qui est joint à ces notes n'est que le tableau récapitulatif de soixante-douze tableaux sem-

blables, puisque j'en ai cinq pour chaque mois. Seulement quelques données de tableaux mensuels n'ont pu être reproduites sur le tableau général quoique mentionnées dans ces notes.

Rappelons, en commençant, que d'après le recensement de 1851, la population de notre ville était de 75795 habitants.

En 1852 la mortalité fut		de 2018, les naissances		de 2444	aug. de	426
En 1853	»	de 2274	»	de 2583	»	309
En 1854	»	de 2654	»	de 2716	»	62
						797

Soit une augmentation d'un peu plus de 10 pour 1000.

La population de 1855 doit donc être regardée comme étant de de 76582. Les migrations étant considérées comme égales aux émigrations, ce chiffre adopté, nous trouvons que la mortalité totale de 1855 (2596 non compris 199 morts-nés) :

est de..................	34,34	pour 1000	ou 1 sur 29,49 ;	
elle n'avait été que de.....	26,62	en 1852	ou 1 sur 37,55 ;	
de.....................	29,57	en 1853	ou 1 sur 33,51 ;	
elle s'était élevée à........	34,67	en 1854	ou 1 sur 28,83.	

Ces chiffres rapprochés de la cherté des vivres pendant ces deux dernières années ne viennent-ils pas confirmer les données de notre collègue M. Loiset ?

Le chiffre de la mortalité (2596) dépasse celui des naissances (2582) de 14, ce qui n'était pas arrivé à Lille, depuis 1849, où l'excédant des décès causés par le choléra fut de 916.

Le chiffre moyen des décès pour les deux dernières années étant de 2401 décès, celui de 1855 dépasse la moyenne de 195.

Le chiffre moyen des naissances, pour ces mêmes années, étant de 2467, celui de 1855 se trouve supérieur de 115.

Le chiffre des naissances pour 1855 (2582) est inférieur à celui des naissances de 1854 (2716) de 134,

soit pour 1854, 35,44 naissances par 1000 habitants, ou 1 sur 28,17;
soit pour 1855, 33,77 naissances par 1000 habitants, ou 1 sur 29,65.

Le chiffre moyen des naissances de 1846 à 1855 inclus, est de 2467, soit 32,69 naissances pour 1000 habitants, ou 1 sur 30,58, la population moyenne de ces dix années étant de 75451. Suivant d'anciens documents, la moyenne des naissances de 1766 à 1775, est à peu près la même (2462); mais quelle était la population à cette époque? Lille ne comprenait-il pas alors dans sa circonscription des communes aujourd'hui séparées? Les recherches que nous avons faites jusqu'ici n'ont pu nous permettre de résoudre ces questions.

Voici toutefois, d'après les archives municipales, la population de Lille à diverses époques :

1688,	52499	habitants.	1811,	61467	habitants.
1740,	62109	—	1821,	64291	—
1789	62900	—	1831,	69073	—
1794,	58171	—	1836,	72005	—
1801,	55982	—	1851,	75795	—

Ainsi, nous voyons d'abord, en 50 ans environ, cette population augmenter de 10000, puis, à peu près stationnaire pendant le même espace de temps, puis diminuer pendant l'époque calamiteuse de la révolution; (7000 en 11 ans), et enfin s'accroître constamment depuis le commencement de notre siecle (plus de 19000 en 50 ans).

Toujours est-il que si nous supposons la population de 1766 à 1775 en moyenne de 62500, moyen terme entre celui de 1740 et celui de 1789, le chiffre moyen des naissances (2462) nous donne 39.39 naissances pour 1000 habitants, ou 1 naissance sur 25,39 habitants.

Le chiffre moyen de la mortalité des dix années de 1846 à 1855, est de 2401 ou 31,84 pour 1000 habitants, ou 1 décès sur 31,42 habitants; le chiffre moyen de la mortalité, à Lille, de 1766 à 1775, est de 2381, soit 39,68 pour 1000 habitants, ou 1 décès sur 25,19 habitants. Il y a une certaine analogie dans ces deux périodes que j'ai rapprochées, c'est que dans chacune d'elles se trouve une année où Lille fut frappé d'épidémie. En 1772, épidémie inconnue, 457 mariages. 2352 naiss. 3343 décès dont 359 dans les hospices; excédant des décès, 991. En 1849 épidémie de choléra, 670 mariages, 2331 naiss. 3247 décès, excédant des décès 916.

C'est dans les mariages que la différence est plus sensible.

Ainsi la moyenne de 1766 à 1775 est de 467 mariages.
de 1846 à 1855 elle est de 641

Différence 174

Le nombre des morts-nés est de 199 pour 1855, supérieur de 26 à celui de l'an passé (173), soit 77 pour 1000 naissances en 1855.
et 63,69 p. 1000 naissances en 1854.

Le chiffre moyen des morts-nés pendant les dix années, de 1846 à 1855, est de 164, soit 66,47 pour 1000 naissances.

En 1855, sur 199 morts-nés, 81 sont des enfants naturels, soit 40,70 p. 100.

En 1855, sur 166 morts-nés, 31 sont des enfants naturels, soit 18,07 p. 100.

De 1846 à 1855, la moyenne des morts-nés est de 164, la moyenne de ces enfants naturels est de 48, soit 29,08 pour 100.

Les 2596 décès se divisent de la manière suivante :

Arrondissement.	Hôpital St.-Sauveur.	[illegible]	Hospice petites sœurs	Hôpital gén.	Vieux Hommes.	Prison.	Hospice Ganthois.	Hospice Stappaert	Hôpital militaire.	Bon-Pasteur.	Etrangers à la ville.	Hors du domicile.	A domicile.	Ensemble
1	167	42	21	»	»	»	»	»	»	»	1	231	434	665
2	59	»	»	204	29	12	»	»	»	»	8	312	347	659
3	118	»	»	»	»	»	19	1	»	»	2	140	458	598
4	34	»	»	»	»	»	»	»	152	»	2	138	179	367
5	34	»	»	»	»	»	»	»	»	3	1	38	269	307
Ens.	412	42	21	204	29	12	19	1	152	3	14	909	1687	2596

Ainsi 909 décès sur 2596 ont lieu dans les hopitaux et hospices, c'est-à-dire 35 pour 100, en 1853 c'était 30,29 pour 100, en 1854 29 pour 100. Remarquons que cette année, l'hôpital militaire a fourni 100 décès en plus et que ces 100 décès sont ceux de militaires étrangers

à la garnison, appartenant aux camps de Saint-Omer et de Boulogne ; disons aussi que des 412 décès de l'hôpital Saint-Sauveur, 74 appartenaient à des étrangers à la population de Lille. Après ces déductions, il ne nous reste plus que 735 décès dans les hôpitaux ou hospices, soit 28,35 pour 100.

La population des divers arrondissements urbains offre de grandes disproportions ; il faut tenir compte de ces variétés quand on veut apprécier les rapports des décès entre les divers arrondissements.

Nous avons vu plus haut que la population est augmentée, depuis le recensement de 1851, de 10 habitants pour 1000 ou un peu plus. En comparant la mortalité des divers arrondissements, on obtient le tableau suivant.

Numéros des arrondissements.	Population réelle de 1851.	Population augmentée de 1 p. 0/0.	Morts à domicile.	Proportion pour 100 hab.	Décès à l'hôpital Saint-Sauveur.	Proportion pour 100 hab.	Etrangers et hospices.	Total des décès.	Proportion pour 100 hab.
1	17523	17698	434	2,45	93	0,53	138	665	3,76
2	18036	18236	359	1,96	47	0,25	253	659	3,61
3	16516	16681	460	2,76	116	0,69	22	598	3,58
4	8964	9053	179	1,97	34	0,37	154	367	4,05
5	14736	14883	269	1,80	34	0,22	4	307	2,06
Ens.	75795	76551	1701	2,22	324	0,42	571	2596	3,39

D'ou il résulte que la mortalité la plus forte a lieu dans le troisième arrondissement ; elle est de 2,76 pour 100 à domicile, et de 0,69 à l'hôpital. Il faut remarquer que d'après ce tableau la mortalité totale du quatrième arrondissement se trouve être la plus forte, mais cela tient a ce qu'il y figure 152 décès militaires, dont bon nombre n'appartenaient même pas à la garnison, mais provenaient des évacuations des camps de Saint-Omer et Boulogne sur l'hôpital de Lille. C'est le cinquième arrondissement dont la mortalité est la moindre ; c'est certainement le moins peuplé, relativement à son étendue, et celui dont les habitations sont les plus salubres.

Par Appareils, Maladies, Sexe,

Nombre.	MALADIES.	SEXE masculin	SEXE féminin	Moins de 1 an.	1 à 5.	5 à 10	10 à 20	20 à 30	30 à 40	40 à 50	50 à 60	60 à 70	70 à 80	80 à 9[illegible]
	Morts nés (sexe indéterminé VII.)	CX.	LXXXII.											
482	Apoplexie, congestion cérébrale. .	58	63	1	3	»	2	1	4	5	25	26	37	1[illegible]
	Convulsions	92	76	124	42	»	»	1	»	»	»	1	»	»
	Méningite	76	61	35	68	14	3	7	5	1	»	3	1	»
	Ramollissement	24	21	1	»	1	»	2	4	4	4	15	11	[illegible]
	Epilepsie	2	7	»	»	»	»	1	1	3	3	1	»	»
	Hydrocéphalie	2	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
870	Pneumonie, congestion pulmon. .	124	104	34	42	3	4	25	10	9	29	33	25	7
	Pneumonie chronique	73	66	»	8	1	»	3	6	23	44	39	14	1
	Phthisie	176	170	1	12	9	39	145	71	51	18	»	»	»
	Coqueluche	29	45	21	52	»	1	»	»	»	»	»	»	»
	Croup, œdème de la glotte	17	10	2	20	3	»	»	»	»	»	1	1	»
	Asthme	30	30	1	»	»	»	»	1	4	14	16	23	1
	Cancer du poumon	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
	Cancer du larynx	»	1	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»
164	Affection organique du cœur.	44	65	2	3	»	3	6	9	12	24	30	17	3
	Ascite, œdème des nouveau-nés.	22	15	4	1	1	1	3	2	6	6	7	6	»
	Phlebite, résorption purulente	7	2	»	»	»	»	3	3	»	1	2	»	»
	Rhumatisme	5	4	»	»	1	»	1	»	»	2	2	3	»
493	Gastro-entérite	36	43	34	10	4	1	1	3	1	8	12	4	1
	Enterite	115	107	96	60	5	8	4	6	6	13	12	10	2
	Fièvre typhoïde	63	35	2	25	13	18	32	2	3	1	2	»	»
	Hépatite, ictère nouveau-nés	4	3	2	»	1	»	»	1	»	»	3	»	»
	Peritonite	11	2	»	1	1	1	5	»	1	»	2	2	»
	Hernie étranglée	1	5	»	»	»	»	»	»	2	4	»	»	»
	Cancer de l'œsophage	5	1	»	»	»	»	»	»	»	2	3	1	»
	— de l'estomac	13	15	»	»	»	»	»	1	3	10	7	7	»
	— du foie	3	11	»	»	»	»	»	2	4	2	6	»	»
	— des intestins	4	3	»	»	»	»	1	»	1	3	1	1	»
	Choléra	7	6	»	1	»	»	3	2	2	2	1	1	»
58	Metro-péritonite puerpérale	»	29	»	»	»	1	12	11	5	»	»	»	»
	Affection, voies urinaires, album.	9	3	»	»	»	»	»	»	»	4	2	5	1
	Cancer de l'utérus	»	10	»	»	»	»	»	3	3	2	1	1	»
	Cancer du sein	»	3	»	»	»	»	»	1	1	»	1	»	»
	Perte utérine	»	1	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
	Cancer de la prostate	1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»
	Cancer de l'ovaire	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
	Cancer du testicule	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
115	Rougeole	60	8	»	19	1	»	48	»	»	»	»	»	»
	Variole (non vaccinés, 15)	17	18	11	9	1	3	9	1	»	1	»	»	»
	Scarlatine	1	1	»	1	»	»	1	»	»	»	»	»	»
	Erysipèle phlegmoneux	5	5	2	»	»	»	2	1	2	2	1	»	»
146	Scrophules, carie, carreau	16	19	4	9	2	7	5	4	»	1	2	»	1
	Marasme, anémie, rachitisme	39	42	33	23	3	2	3	2	1	2	7	5	»
	Cancer sans designation	4	8	»	»	»	»	»	1	1	5	3	2	»
	Gangrène, pourriture d'hôpital	10	1	»	»	»	1	»	1	2	2	2	2	1
	Cancer de la parotide	1	1	»	»	»	»	»	»	1	1	»	»	»
	Cancer des lèvres	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»
	Syphilis constitutionnelle	1	1	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	Fièvre paludéenne	1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»
	Pustule maligne	»	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
268	Débilité	61	39	100	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	Vieillesse, sénilité	31	76	»	»	»	»	»	»	»	»	7	46	30
	Vice de conformation	4	3	7	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	ACCIDENTS — Ecrasement par voiture	3	1	»	»	1	1	»	»	»	»	2	»	»
	ACCIDENTS — Chute d'un lieu élevé	6	1	»	»	»	»	1	»	»	4	2	»	»
	ACCIDENTS — Brûlures	2	2	»	2	1	»	»	»	»	»	»	1	»
	ACCIDENTS — Tetanos traumatique	1	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
	ACCIDENTS — Submersion	2	»	»	»	»	1	1	»	»	»	»	»	»
	ACCID. DE FABRIQUE — Lux. de la colonne vertéb.	1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»
	ACCID. DE FABRIQUE — Asphyxie trou au fumier	2	»	»	»	»	»	»	1	»	1	»	»	»
	ACCID. DE FABRIQUE — Cont., plaies par arrach.	2	»	»	»	»	»	»	2	»	»	»	»	»
	ACCID. DE FABRIQUE — Brûlures	2	»	»	»	»	»	»	1	1	»	»	»	»
	SUICIDES — Submersion volontaire	3	2	»	»	»	»	»	»	»	2	2	1	»
	SUICIDES — Strang. suspens. volont.	6	2	»	»	»	1	1	»	1	3	2	»	»
	SUICIDES — Coups de feu	3	»	»	»	»	»	1	1	1	»	»	»	»
	Asphyxie (crime probable)	»	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	Causes inconnues	3	9	»	2	»	»	2	1	1	1	2	3	»
2596	TOTAL	1,340	1,256	523	413	66	98	332	164	162	249	263	231	88
	Proportion par 100 décès	51.61	18.38	20.15	15.90	[illegible]	3.77	12.78	6.31	6.21	9.59	10.13	8.89	3.38

VILLE DE LILLE,

Année 1855.

Mois et Arrondissements urbains.

MOIS DE												ARRONDISSEMENTS.					TOTAL.	Pour 100 décès
Janvier.	Février	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.	1er.	2e.	3e.	4e.	5e.		
XII	III.	XIV.	XIII.	XXI.	X.	VIII.	XX.	XIX.	XV.	XVII.	XV.	L.	XXXI.	LXI.	XXV.	XXXII	CXCIX.	
12	13	20	12	10	13	4	6	3	5	9	14	24	45	18	14	20	121	4.66
19	11	25	22	12	16	14	11	6	10	7	15	67	28	50	6	17	168	6.47
14	17	19	11	13	12	6	10	12	9	3	11	29	27	50	19	12	137	5.27
5	3	2	2	5	5	5	5	4	2	2	5	4	25	10	4	2	45	1.73
»	1	»	»	»	2	1	»	1	1	3	»	3	2	1	1	2	9	0.34
»	»	»	»	1	1	»	»	»	»	»	»	1	»	1	»	»	2	0.07
40	37	26	30	15	12	16	7	12	7	12	18	55	55	54	40	24	222	8.55
»	16	20	9	9	15	9	9	8	8	8	20	34	43	29	15	18	139	5.35
31	27	30	36	45	33	20	23	25	27	1	23	80	71	90	55	50	346	13.32
12	9	20	7	6	2	6	3	»	2	4	3	22	10	20	4	18	74	2.85
1	1	1	5	2	2	3	»	4	2	1	2	5	7	7	6	2	27	1.04
8	12	8	4	7	4	4	»	»	1	4	8	23	20	8	4	5	60	2.31
»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	1	0 03
»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	0.03
14	14	6	7	7	9	4	9	3	12	14	10	24	33	30	8	14	109	4.19
2	3	6	4	5	4	2	3	4	2	»	2	5	19	2	7	4	37	1.42
2	»	»	»	1	3	»	1	»	2	»	»	2	3	»	4	»	9	0.34
»	3	3	»	»	»	»	2	»	»	1	»	2	3	3	»	1	9	0.34
10	5	6	3	»	12	8	12	5	6	5	4	33	12	15	9	10	79	3.04
19	14	25	24	13	14	11	14	30	26	18	14	70	53	58	10	31	222	8.55
»	8	11	7	6	7	6	5	7	10	15	8	26	17	18	27	10	98	3.77
»	1	»	»	»	1	»	2	»	»	»	3	2	2	1	»	2	7	0.26
1	»	»	»	2	1	»	4	1	3	»	1	4	1	»	8	»	13	0.50
»	1	»	3	»	»	»	1	»	»	»	1	»	1	2	2	1	6	0.23
1	1	»	»	1	»	»	2	»	»	1	»	1	2	»	1	2	6	0.23
2	»	1	2	5	3	2	2	2	3	4	2	6	10	3	4	5	28	1.07
»	1	1	5	4	»	»	1	»	2	»	»	5	2	4	2	1	14	0.53
1	»	»	2	2	»	»	»	»	»	1	1	»	2	1	3	1	7	0.26
»	»	2	»	»	»	»	»	7	4	»	»	»	8	2	4	4	13	0.50
3	4	2	3	4	2	2	1	2	»	3	3	12	7	4	3	3	29	1.11
1	5	1	»	»	1	1	»	»	»	2	1	2	4	3	»	3	12	0.46
1	2	»	1	2	2	»	»	1	1	»	»	3	2	2	2	1	10	0.38
1	»	1	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	2	1	»	»	3	0.11
»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	1	»	1	0.03
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	1	»	»	»	»	1	0.03
»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	1	0.03
»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	1	0.03
5	17	9	1	12	2	2	»	»	1	2	17	8	»	12	48	»	68	2.61
7	9	3	5	2	4	3	»	»	1	1	»	11	1	9	10	4	35	1.34
2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	1	»	2	0.07
1	1	»	2	»	2	»	»	1	»	3	»	3	2	4	»	1	10	0.38
2	»	6	2	4	5	3	2	2	3	4	2	6	10	9	6	4	35	1.34
11	9	6	5	4	6	9	7	11	4	4	5	10	43	15	11	2	81	3.12
4	1	1	»	»	2	2	»	»	1	1	»	2	7	»	2	1	12	0.46
»	1	3	2	»	»	»	1	2	»	»	2	3	5	1	1	1	11	0.42
»	»	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	2	»	»	»	»	2	0.07
»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	1	0.03
»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	1	2	»	»	»	»	2	0.07
»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	1	0.03
»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	1	0.03
7	12	10	8	11	7	7	2	3	6	11	16	36	11	29	10	14	100	3.85
13	10	8	9	9	5	10	5	5	9	10	14	17	54	19	6	11	107	4.12
»	2	1	»	»	2	»	»	»	1	»	1	2	»	1	1	3	7	0.26
1	1	»	1	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	2	1	1	4	0.15
1	»	»	»	1	1	1	»	1	»	»	2	3	»	3	»	1	7	0.26
2	»	1	»	»	»	»	»	»	1	»	»	2	1	1	»	»	4	0.15
»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	1	»	1	0.03
»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	1	1	»	»	1	»	2	0.07
1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	1	0.03
»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	»	2	0.07
»	»	»	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	»	»	2	0.07
»	»	»	»	»	»	»	2	»	»	»	»	»	2	»	»	»	2	0.07
»	1	1	»	»	»	»	»	1	1	1	»	»	2	2	1	»	5	0.19
1	1	1	»	2	»	1	1	1	»	»	»	4	»	2	2	»	8	0.30
»	2	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	2	»	»	»	1	3	0.11
»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	1	0.03
»	2	»	»	1	1	1	»	»	»	1	1	2	7	1	»	2	12	0.46
[illegible]	284	288	227	229	215	163	157	164	176	177	231	665	659	598	367	307	2,596	»
10.97	10.93	11.09	8.74	8.82	8.28	6.27	6.04	6.31	6.77	6.81	8.89	25.61	25.38	23.03	14.13	11.32	»	

Pour la première fois depuis quatre ans, les décès du sexe masculin l'emportent sur les décès du sexe féminin.

Ainsi en 1852, 969 sexe masc., 1049 sexefém. différence + 80.
1853, 1099 » 1175 » + 76.
1854, 1302 » 1352 » + 50.
1855, 1340 » 1256 » — 84.

mais remarquons que cette différence est bien plus apparente que réelle: en effet, nous avons remarqué que l'hôpital militaire avait fourni 100 décès de plus que les années précédentes et que bon nombre de ces décès n'appartenaient pas à la garnison, déjà augmentée vu l'état d'armement de l'empire; si donc on déduisait ces 100 décès militaires, les décès féminins auraient encore, cette année, un excédant de 16.

Si nous recherchons l'époque de l'année ou la mortalité est la plus forte, nous voyons que c'est dans le mois de mars, (288) décès, et que c'est dans le mois d'août qu'elle est la plus faible (157), différence entre ces deux mois (131 décès.)

A ce point de vue, nous avons, pour les années précédentes, le tableau suivant.

Années.	Mois donnant le plus de décès.	Chiffres.	Mois donnant le moins de décès.	Chiffres.	Différence entre le plus et le moins.	Moyenne mensuelle.	MOIS EXCÉDANT LA MOYENNE.
1852	Mars.	210	Juin.	135	75	168	Janvier, février, mars, avril, mai, août, octobre, novembre (8 mois)
1853	Mai	235	Août.	151	84	189	Février, mars, avril, mai, juin, décembre (6 mois).
1854	Mars	321	Août.	167	154	221	Janv., fév., mars, avril, septembre, octobre, décembre (7 mois).
1855	Mars.	288	Août.	157	131	216	Janvier, février, mars, avril, juin, décembre (6 mois).

D'ou il résulte que sur 4 années, 3 fois c'est le mois de mars qui présente la plus forte mortalité, et trois fois c'est le mois d'août qui présente la moindre; la différence entre le mois le plus élevé

varie quelquefois du double. Sur 4 années, 1 offre 8 mois dont la mortalité excède la moyenne, une 7 mois, les 2 autres 6 mois.

Les cinq premiers mois de l'année figurent toujours dans ceux qui excèdent la moyenne, à l'exception de janvier, qui, en 1853, est resté en dessous. La même observation a lieu pour décembre, seulement c'est en 1852 qu'il est resté en dessous de la moyenne.

Voici, du reste, pour 1855, l'ordre de gradation des 12 mois :

Août	157.	Avril	227.
Juillet	163.	Mai	229.
Septembre	164.	Décembre	231.
Octobre	176.	Février	284.
Novembre	177.	Janvier	285.
Juin	215.	Mars	288.

Quant à l'âge où sévit la mortalité, il résulte de notre tableau que la première enfance fournit une part considérable.

Ainsi, comme on le voit plus bas, en 1854, 47,92 pour 100 de la mortalité totale avait lieu avant l'âge de dix ans.

Années.	De la naissance de 1 an.	Proportion sur 100 décès.	De 1 an à 5 ans	Proportion pour 100 décès.	De 5 ans à 10 ans	Proportion pour 100 décès.	De la naissance à 10 ans.	Proportion pour 100 décès.	De 70 ans à 100 ans.	Proportion pour 100 décès.
1852	409	»	401	»	53	»	863	»	262	»
1853	443	19,48	419	18,42	50	2,19	912	40,10	264	12,48
1854	533	20,08	623	23,47	116	4,37	1272	47,92	305	11,49
1855	523	20,14	413	15,90	66	2,54	1002	38,59	326	12,55

J'ai mentionné l'an dernier que sur 2716 enfants nés à Lille en 1854, 339 avaient succombé dans cette même année, soit 12,11 pour 100.

Il est mort pendant 1855 encore 272 de ces enfants nés en 1854, soit 10,98 pour 100, de ceux qui restaient.

Dès 2582 enfants nés dans le courant de l'année 1855, 351 ont succombé dans cette même année, soit 13,59 pour 100.

Cette proportion varie avec les arrondissements. Ainsi,

pour le premier	arr. sur	640	naiss.	134	décès,	soit 20,93	p.	100.
pour le deux.	arr. sur	554	naiss.	52	décès	soit 9,38	p.	100.
pour le trois.	arr. sur	678	naiss.	94	décès	soit 13,86	p.	100.
pour le quat.	arr. sur	300	naiss.	22	décès	soit 7,33	p.	100.
pour le cinq.	arr. sur	410	naiss.	50	décès	soit 12,19	p.	100.

L'année dernière les arrondissements étaient dans les mêmes rapports mais les différences entre chacun d'eux étaient beaucoup moins marquées.

Le premier, dont la mortalité était la plus élevée, ne dépassait pas 14,03 pour 100, et le quatrième, qui offrait aussi la mortalité la plus basse, atteignait 10,62 pour 100.

Les appareils aux lésions desquels la mort est imputée se classent de la manière suivante :

Année 1852.		1853.	1854.	1855.	Total.
App. resp.	736.	809	862	870	3277
App. dig.	357.	462	543	493	1855
App. sensitif.	355.	428	436	482	1701
App. tégument.	54.	18	244	115	431
Causes div.	233.	222	236	268	959
Cachexies.	117.	103	138	150	508
App. circ.	123.	167	123	163	576
Gén. urinaire	43.	65	72	58	238

L'appareil respiratoire est toujours celui qui fournit le plus de décès, et parmi les affections qui l'atteignent, c'est toujours la phthisie qui fait le plus de victimes ; cette affection sévit à peu près également dans tous les mois de l'année et dans chaque arrondissement.

Toutefois, mai compte 45 décès de phthisie quand novembre n'en compte que 21.

Le 1.er arr. perd 80 phthis. soit 4,58 pour 1000 habitants.
Le 2.e arr. perd 71 phthis. soit 3.89 pour 1000 habitants.
Le 3.e arr. perd 90 phthis. soit 5,39 pour 1000 habitants.
Le 4.e arr. perd 66 phthis(*)soit 3,31 pour 1000 habitants.
Le 5.e arr. perd 50 phthis. soit 3,35 pour 1000 habitants.

Nous trouvons encore cette année le troisième arrondissement offrant la mortalité la plus élevée, c'est, au su de tous, le plus pauvre et surtout celui qui nous présente encore le plus de logements déplorables malgré les bienfaits nombreux de la loi sur les logements insalubres. Du reste le chiffre de cette année est bien moins affligeant que celui de l'an dernier, qui était de 7,10, différence à l'avantage de cette année de près de 2 pour mille.

Notons une épidémie de rougeole dans la garnison et qui a fait 48 victimes, presque toutes prises dans le même régiment, le 94.e régiment.

La variole compte 35 victimes, dont

15	non vaccinées.
10	sans renseignement.
8	supposées vaccinées, dont 6 militaires (1 hôpital gén.) (une religieuse.)
2	vaccinées (1 vaccinée il y a huit jours.)

Ces chiffres me paraissent avoir leur signification.

Les suicides sont au nombre de 16, dont 12 hommes et 4 femmes, quant aux arrondissements ils se divisent de la manière suivante :

1.er Arrondiss. 6. 3.e Arrondiss. 4. 5.e Arrondiss. 1.
2.e Arrondiss. 2. 4.e Arrondiss. 3.

(*) Déduction faite des militaires.

5 ont eu lieu par submersion, 8 par strangulation ou suspension, 5 par coup de feu.

1	avait	de 10 à 20 ans.		5	avaient	de 50 à 60 ans.
2	»	de 20 à 30.		4	»	de 60 à 70.
1	»	de 30 à 40.		1	»	de 70 à 80.
2	»	de 40 à 50.				

Quant aux professions des suicidés nous y trouvons 1 militaire, 1 cabaretier, 6 journaliers, 1 lingère, 1 menuisier, 1 porte-faix, 1 pensionné, 1 ouvrier cordonnier, 2 domestiques, 1 ouvrier bonnetier.

Ils se répartissent de la manière suivante :

Janvier	1	Juillet	1
Février	4	Août	1
Mars	2	Septembre	2
Mai	2	Octobre	1
Juin	1	Novembre	1

Les affections cancéreuses sont au nombre de 88.

Savoir :	28	cancers de l'estomac,	dont 13 hommes	et 15 fem.
	14	— du foie	3	11
	10	— de l'utérus	»	10
	7	— des intestins	4	3
	6	— de l'œsophage	5	1
	3	— des seins	»	3
	1	— de la prostate	1	»
	1	— de l'ovaire	»	1
	1	— des testicules	1	»
	2	— de la parotide	1	1
	1	— des poumons	1	»
	1	— du larynx	»	1
	1	— des lèvres	1	»
	12	sans désignation	4	8
Total..	88		34	54

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS, DE LILLE.

MÉMOIRE EXPLICATIF

DE

L'INVENTION DE SCHEIBLER.

POUR INTRODUIRE UNE EXACTITUDE INCONNUE AVANT LUI, DANS L'ACCORD DES INSTRUMENTS DE MUSIQUE,

Par M. LECOMTE, Membre correspondant.

Séance du 5 octobre 1855.

AVANT-PROPOS

ECRIT EN 1846.

Dans l'été de 1836, Scheibler, manufacturier en soieries à Crefeld, en Prusse, étant venu à Paris, s'occupa d'y faire connaître des expériences sur un point d'acoustique, expériences qu'il avait poursuivies pendant vingt-cinq ans, avec une patience infatigable.

Elles tendent à déterminer, avec une précision inconnue jusqu'ici, le nombre absolu des vibrations dans la production d'un son musical, pour en déduire un moyen pratique, neuf, facile et exact d'accorder les instruments.

Il se mit en communication à ce sujet avec notre professeur, M. Savart, avec M. Cagniard-Latour, et remit à M. Savart un mémoire qu'il désirait voir soumettre à l'Institut. Ces savants applaudirent au zèle de Scheibler, entrevirent quelque chose de bon et d'utile dans ses idées. Cependant M. Savart n'a pas donné suite à ce travail de l'amateur allemand; au premier coup-d'œil il l'a trouvé obscur et, pour ainsi dire, inintelligible, et il n'a pas cherché à surmonter cette première et fâcheuse impression.

C'est que Scheibler, malgré la lucidité de ses idées pratiques, se montre d'abord, comme il l'avoue lui-même, entièrement étranger aux travaux antérieurs publiés par les hommes spéciaux en acoustique; qu'il ne remonte à aucun principe de théorie suffisamment développé; qu'il est dépourvu d'art et de méthode pour exposer ses idées, les enchaîner et conduire naturellement aux conséquences.

C'est ainsi qu'une chose bonne en soi peut demeurer enfouie sous le seuil du sanctuaire académique.

Tel est, en effet, le sort qui semblait être réservé en France aux idées que Scheibler a caressées pendant vingt-cinq ans avec une tendresse paternelle.

A défaut d'un rapport de l'Institut, il songeait à les publier à Paris, à l'aide de quelque personne assez zélée pour leur donner la forme convenable.

En conséquence, il tâchait d'exciter l'attention et la bonne volonté de quelques auditeurs, au nombre desquels nous nous trouvions. Mais l'entreprise était difficile; comprendre Scheibler, l'interpréter avec clarté, présenter sous un point de vue intéressant ce qu'il y avait d'utile et d'applicable, demandait du loisir, de la patience et du dévouement.

Cependant, assuré par le témoignage formel d'un habile facteur d'orgues, M. Aristide Cavalier-Coll, de l'efficacité et de l'avantage des moyens imaginés par Scheibler, et pouvant disposer d'un temps qui n'a rien de précieux pour la science, nous ne nous sommes pas découragé, et, dans le loisir de la campagne, en septembre 1837, nous avons entrepris, pour notre propre satisfaction, d'affronter la difficulté et de nous rendre compte de toutes les idées de Scheibler. Notre unique dessein était d'en extraire quelques matériaux pour des publications de théorie philosophique musicale, auxquelles notre coopération était parfois réclamée ou agréée. Un nouveau motif nous a confirmé dans ce projet de travail : Scheibler est venu à mourir bien prématurément, et nous ignorons sur qui repose désormais l'espérance qu'il avait conçue de faire connaître en France son invention. Du moins, ce que nous aurons fait pour nous pourra servir aussi à d'autres, si les circonstances le permettent.

Nous avions confusément entrevu, comme témoin, quelques-unes des expériences faites par Scheibler, nous avions entre les mains son dernier opuscule allemand imprimé; une feuille, aussi imprimée pour l'accord de l'orgue, enfin une suite de notes manuscrites, rédigées sans ordre ni méthode, mais accompagnées de tables soigneusement calculées.

Avec ces matériaux, et sans autre secours, il nous fallait d'abord bien entendre Scheibler, puis le traduire méthodiquement et *à la portée de tout le monde.* Car nous n'avons nullement la prétention de voir et rédiger les choses du point de vue élevé des professeurs ou de leurs disciples les plus avancés; mais simplement comme il convient au temps actuel, où l'on désire savoir et comprendre d'une manière rationelle mais facile, et au moyen de raisonnements plutôt sentis que rigoureusement démontrés.

Quoique familiarisé avec les considérations philosophiques sur les échelles musicales, l'application des nombres aux sons, à leurs intervalles, aux divers tempéraments pour l'accord des instruments, il nous est arrivé aussi, comme au savant professeur déjà cité, d'être rebuté à la première tentative pour la lecture de Scheibler, et nous l'avons d'abord suspendue. Mais en y revenant avec patience, nous avons enfin reconnu que l'œuvre de Scheibler, dégagée de ses chiffres, pouvait être réduite à des idées simples; nous avons vu encore que, si ces idées simples sont une conséquence directe des principes de la science déjà bien connus, cependant elles présentent un développement et un mode d'application qui semblent neufs.

Elles peuvent intéresser ceux des musiciens qui se plaisent aux spéculations philosophiques.

Quel plan adopter dans cette exposition?

Irons-nous, simple commentateur, donner le texte de Scheibler pour l'expliquer et le développer dans le même ordre? Nous avons cru devoir suivre une marche opposée.

D'abord, nous rendant indépendant, nous exposerons à notre manière, à partir des premiers éléments et sans supprimer aucun intermédiaire, toute la théorie telle que nous l'avons conçue, et nous indiquerons les principes d'application.

Puis, l'esprit ainsi préparé, nous suivrons pas à pas ce que nous possédons du travail de Scheibler, et, dans une discussion critique, nous montrerons ce qui lui appartient, ce que nous lui devons, et quel profit on en peut retirer.

Ainsi notre travail se compose de deux parties :

La première est une théorie élémentaire et complète pour notre objet·

La seconde est une exposition raisonnée des idées, des procédés et du langage de Scheibler (1).

Cette seconde partie se termine par le développement des applications à l'accord de l'orgue. Nous en avons détaillé et démontré les procédés, suppléé les raisonnements, et nous avons soigneusement travaillé les tableaux pour qu'ils portent avec eux leur explication.

Une minute informe de ce travail était écrite depuis dix années, sans que nous en eussions fait aucun usage.

Cependant, à l'âge où il est sage de faire ses dernières dispositions, nous avions jeté un dernier regard sur cet enfant abandonné et sans avenir, et nous voulions au moins le laisser en mains plus dignes, celles de M. le professeur Vincent, qui, outre sa spécialité en mathématiques et en archéologie musicale, se recommande à tant de titres.

La sagacité de M. Vincent eut bientôt reconnu l'originalité et l'importance des découvertes de Scheibler, surtout lorsqu'il se fut assuré que ces applications acoustiques étaient totalement négligées par nos professeurs. Il comprit que, dût la pratique ne jamais avoir lieu, la théorie, du moins, valait la peine d'être connue, et il se sentit porté à la reproduire dans l'une de ses fréquentes publications, toujours si bien accueillies des savants.

Dès lors, M. Vincent nous rendant le courage, conseilla, exigea que notre travail fût mis au net, nous offrant son concours et sa révision. Nous nous sommes abandonné à sa conduite, assuré de ne point faillir avec un tel soutien.

Bien plus, ayant appris qu'un facteur de pianos, habile et zélé,

---

(1) Tel est, en effet, le plan que nous avions alors suivi pour cette seconde partie, mais dans la rédaction que nous donnons aujourd'hui, nous nous sommes gardé de le reproduire tel qu'il était alors.

M. Wolfel, applique dans ses ateliers le procédé de Scheibler a l'accord de ses instruments, nous nous sommes empressé d'accompagner M. Vincent dans une visite aussi intéressante.

M. Wolfel a bien voulu satisfaire notre juste curiosité, et nous montrer comment, sans autre secours que les écrits insuffisants de Scheibler, et n'ayant pu, à aucun prix, se procurer à Crefeld les appareils nécessaires, il était parvenu lui-même, après deux ans de travail, à construire et ajuster le *sonomètre complet* qui devait lui fournir les autres éléments.

Cette rencontre de M. Wolfel a fait concevoir à M. Vincent l'espérance que si quelque artiste acousticien, intelligent et habile se mettait à fabriquer pour le public et à ajuster ces appareils délicats, on verrait bientôt s'établir et se propager, comme chez M. Wolfel, une méthode si avantageuse pour l'accord des instruments.

En effet, cette méthode est d'une exactitude inconnue jusqu'ici; elle se prête à tous les diapasons quelconques, à tous les systèmes de tempérament; enfin, elle n'exige aucune justesse d'oreille, car il suffit que l'oreille entende et compte des battements fort sensibles, et que l'œil en même temps suive et compte les mouvements du balancier métronome, sans qu'il faille s'occuper de comparer entr'eux les sons qu'il s'agit d'accorder, ni même y faire la moindre attention (1).

SUITE DE L'AVANT-PROPOS,

écrite en 1856.

Telle est l'origine du *Mémoire* dont la science a été dotée par M. Vincent, maintenant membre de l'Institut. Ce mémoire, de 63

---

(1) Pour être juste, dit M. Vincent dans son mémoire (page 4 du tiré à part), il est nécessaire de rappeler que l'on trouve dans l'*Harmonie universelle* du P. Mersenne (liv. VI, *des Orgues*, p. 367) cette phrase remarquable : « Si l'on peut reconnaître ces battements (que font entr'eux les sons discordants) sans l'oreille, elle ne sera pas nécessaire pour accorder l'orgue. » Mais cela signifie-t-il que, pour bien accorder, il faut supprimer les battements, ou qu'il faut savoir les compter? C'est ce qu'il paraît assez difficile de décider.

pages, avec 11 tables et 1 planche, est consigné dans les *Annales de chimie et de physique*, 3.e série, t. XXVI (1849).

M. Vincent se devait à lui-même d'y traiter ce sujet neuf, de son point de vue général, et comme œuvre de haute analyse. Nous n'entreprendrons pas d'en donner une idée ; il ne s'adresse qu'aux savants et ne peut être bien entendu que par eux. Le professeur *parle du haut de sa chaire (Qui potest capere, capiat)*. De notre côté, nous disons· *Asseyons-nous sur l'herbe et causons*. Aussi n'est-il aucun rapprochement à faire pour la marche que chacun de nous a suivie, et nous ne nous rencontrons qu'au but final, l'accord de l'orgue, tableau de Scheibler.

Dans ce mémoire, page 7, M. Vincent veut bien parler de la part que nous y avons eue. Nous étions alors éloigné de Paris, et nous protestons ici contre les termes trop flatteurs dont son amitié a voulu nous honorer. Nous n'avons nulle prétention au titre de *musicien*, tel qu'il nous qualifie, nous en connaissons trop bien les véritables conditions (1). Mais, dès long-temps, voué par goût et par intérêt pour nos enfants aux expériences pédagogiques, c'est seulement comme branche accessoire de la pédagogie que la musique a attiré et n'a cessé d'absorber notre attention.

Scheibler, ne pouvant se faire comprendre, était éconduit par les savants. *Sans nous*, dit M. Vincent, *le fruit des utiles recherches de l'ingénieux manufacturier, mort depuis, courait toutes les*

---

(1) Aux yeux d'un véritable artiste, un *musicien*, ou du moins un *profond musicien*, est exclusivement ou celui qui sait choisir, sentir et rendre avec un degré de perfection les œuvres des maîtres (c'est ce que l'on voit dans ces réunions de virtuoses chez M. Gouffé qui, par son généreux dévouement à l'art et à ses amis, donne un si bel exemple), ou bien ce compositeur touché de la flamme divine, à qui il a été donné d'élever, d'émouvoir ou de charmer (le Gemüth allemand) la *moëlle de l'âme*, comme il en reste encore quelques-uns.

Quant à ceux qui font de la musique en prose littéraire, et, depuis que M. Fétis a ouvert la carrière, grâce à sa plume savante, ingénieuse et féconde, le nombre s'en est prodigieusement multiplié, ils peuvent se contenter du titre de *musicographes*.

chances possibles d'être oublié..... Nous avons su, dit-il encore, *le rendre parfaitement intelligible.* Ce témoignage nous suffit.

Il était loin de notre pensée que les humbles matériaux oubliés depuis vingt ans, et à la suite desquels M. Vincent avait construit un si bel édifice, dussent un jour reparaître sous notre nom.

Nous le devons à un ami de M. Vincent, correspondant de l'Institut, M. Delezenne, de Lille, professeur émérite, octogénaire (pourtant moins âgé que nous).

Dans un commerce de lettres qui, depuis quelques années, établit entre nous une double sympathie, nous lui avions communiqué les fragments incomplets de notre écrit sur Scheibler. C'est lui qui l'a jugé assez utile pour en réclamer la révision et la publication. Afin de vaincre nos répugnances, M. Vincent et lui, de concert, nous ont introduit, comme correspondant, dans la *Société des Sciences de Lille,* la plus ancienne de France.

Après un tel honneur, nous n'avions plus qu'à écouter la voix de l'amitié et de la reconnaissance.

Il n'est pas d'usage qu'une Société savante accueille dans ses publications des choses élémentaires et connues, telles que nous en avons écrites dans nos longs préliminaires. On a pensé qu'il fallait les souffrir là où elles sont nécessaires, sous peine de manquer le but d'utilité.

Si l'on nous reprochait de n'avoir fait usage d'aucun auteur français, nous dirions que, songeant uniquement à expliquer Scheibler et non à faire d'autres recherches, il nous suffisait, outre les étrangers que nous avons cités, d'avoir sous la main l'allemand Marpurg.

Le point capital de cette théorie spéculative est le phénomène des battements. Pour le rendre sensible, nous avons emprunté l'explication de Riccati, auteur déjà ancien. Est-ce bien là, en effet, le dernier mot de la science? L'hypothèse sur laquelle il se fonde est-elle encore admise ou déjà remplacée? Nous ne nous en sommes point informé. Nous n'ignorons pas qu'il reste bien des doutes en cette matière (1).

(1) Nous avons entendu dire à Savart, en dehors de la leçon : *Prenez un livre de physique, ouvrez-le au hasard, et je me charge de démontrer qu'il dit une fausseté.*

Ce qui nous importe surtout, c'est de présenter à l'imagination une *cause* facile à saisir, d'où sortent naturellement les faits à expliquer. Riccati nous ayant paru remplir cette condition, nous n'avons pas cherché ailleurs (1).

Puissions-nous, par le présent travail, en provoquer un autre que nous réclamons, plus conforme aux intérêts de la science et de l'art pratique, et peut-être en avoir facilité la rédaction!

Il est un amateur laborieux et savant, sur qui nous fondons quelque espoir pour l'avenir de la science acoustique, principalement dans ses rapports avec la philosophie musicale.

---

(1) « La maladie principale de l'homme, dit Pascal, est la curiosité inquiète des choses qu'il ne peut savoir, et il ne lui est pas si mauvais d'être dans l'erreur, que dans cette curiosité inutile .... *Salomon de Tultie* dit que, lorsqu'on ne sait pas la vérité d'une chose, il est bon qu'il y ait une erreur commune, etc. »

Quel est donç ce *grand philosophe*, que Pascal, dans ce même article (17), vient de mentionner à côté d'Epictète et de Montaigne? L'un de nos académiciens a eu la patience de compulser des in-folio dans l'espoir de le découvrir quelque part. M. Havet connaissait trop bien son Pascal pour ne pas soupçonner la vérité : il lui a semblé que ce mystérieux philosophe n'était autre que Pascal lui-même (Pascal, Pensées, édition Havet, page 107), et aussitôt, sur ce trait de lumière, un Suisse met la chose en évidence, et, dans l'arrangement des 15 lettres des mots

S A L O M O N D E T U L T I E
1. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15,

retrouve L O U I S D E M O N T A L T E,
12, 4, 11, 14, 1, 8, 9. 5, 6, 7, 10, 2, 3, 13, 15

le pseudonyme des *Provinciales*.

Il est heureux que la sagacité de M. Havet ait abrégé les recherches : car s'il avait fallu recourir aux combinaisons, de calcul en calcul, M. Vincent a prouvé que le temps nécessaire pour les écrire remonterait au-delà de la création, et que les volumes qui les contiendraient, rangés à la suite les uns des autres, occuperaient sur la surface du globe un espace de trois cents lieues.

Dans le choix de son philosophe, Pascal songeait-il à cet infortuné *Salomon de Caus*, qui a écrit sur les échelles musicales et la mécanique, que tout le monde croyait *fou*, parce qu'il avait toujours dans l'esprit et à la bouche les merveilles qu'enfanterait la puissance de la vapeur, et qui finit par le devenir, parce que personne ne voulait y croire?

Nous savions que M. Vanéechout, ingénieur de la marine, aux forges de Guérigny, s'était occupé des ***battements***. Il nous en avait parlé, il y a plusieurs années. Au moment d'imprimer ce travail, nous l'avions prié de nous communiquer ses résultats, pour les mentionner ici. A son retour d'une longue mission à l'étranger, il a bien voulu nous donner un léger aperçu de ses expériences. Nous y voyons que, de lui-même, il était entré dans la meilleure voie des découvertes, et que, dans cette matière, que d'abord il avait trouvée ***fort ardue***, non seulement il avait déduit d'une théorie exacte la règle qui, dans tous les cas, donne le nombre des battements, mais encore abordé des questions d'acoustique musicale d'un ordre bien supérieur.

M. Vanéechout, musicien dès la tendre enfance, et doué d'un sentiment esthétique exercé par l'étude assidue et raisonnée des grands compositeurs inspirés, pouvait, ***sans danger***, appliquer à la musique cette faculté d'analyse qu'il possède comme géomètre, et composer une ***Théorie de nos sensations musicales***. Il est à regretter que les fonctions importantes dont il est chargé ne lui laissent pas assez de loisirs pour la mettre au jour.

Dans chaque lieu de résidence, il savait former, avec des camarades, une espèce d'***orphéon*** qu'il amenait promptement à l'exécution des grands chœurs de S. Bach, Hændel ou Marcello. Il nous a raconté qu'un jour, au psaume 17e, (***Diligam te Domine. (Jo sempre t'amero clemente e giusto Dio!)*** ses choristes, exaltés par le pathétique de cette harmonie sublime, s'étaient arrêtés tout-à-coup, dominés par leur émotion, les yeux pleins de larmes.

A l'apparition de la symphonie en ***la***, de Beethoven, et de cet ***andante*** empreint d'une tristesse navrante, on comprend que l'orchestre d'Habeneck ait arraché des larmes à tout l'auditoire. La douleur nous est familière! Mais, quand l'exécution d'une simple harmonie vocale, toute nue, par des choristes saturés d'algèbre, est ainsi interrompue dans les transports surnaturels de l'amour divin, voilà où se manifestent bien mieux encore le pouvoir de la musique, le génie

de Marcello, ajoutons aussi l'influence d'un amateur tel que M. Vanéechout! (1)

NOTE.

Pour mieux faire connaître ce que fut Scheibler et l'occasion de ses travaux acoustiques, nous rapporterons ici des fragments de son premier écrit, imprimé en 1834, et dont nous n'avions pas connaissance en 1847. C'est ainsi qu'il débute :

« Ecrire avec clarté et brièveté sur un sujet scientifique, est un
» talent que je ne possède point et que je n'ai jamais recherché....
» Mais des amis qui jugent de mes travaux par l'utilité de leur ap-
» plication, prétendent qu'il vaut mieux les faire connaître que de les
» voir enfin se rouiller ainsi que mes fourchettes...

---

(1) L'intérêt aux questions d'acoustique musicale se réveillera plus vif à l'apparition d'un progrès qui va marquer, dans la science, une ère nouvelle et brillante. M. Lissajous, ancien professeur à Lille, et maintenant professeur de physique au lycée de S. Louis à Paris, trouve le moyen de manifester les vibrations des corps par l'apparition de points lumineux dont le mouvement décrit des lignes ou des figures que l'on peut d'avance prévoir et calculer dans leurs propriétés géométiques.

Par exemple, plaçant deux fourchettes (*diapasons*) l'une dans la position horizontale, l'autre dans la position verticale, de manière toutefois que les plans des quatre faces soient parallèles entr'eux, chacune d'elles munie, à l'extrémité d'une de ses branches, d'un petit miroir métallique, si, dans l'obscurité, on dirige un rayon de lumière sur l'un des miroirs, le point lumineux se réfléchissant sur l'autre miroir vers lequel une lunette est braquée, on y verra l'effet de toutes les espèces de vibrations simultanées.

L'unisson s'annonce par une ligne droite ou une ellipse. L'octave, la quinte, la quarte et les autres consonnances se peignent par des courbes et des figures régulières et qui se compliquent à mesure que le rapport des deux sons est moins simple. Ces figures apparaissent dans une immobilité parfaite si la consonnance est exacte, et elle fournit immédiatement l'indication précise des deux termes du rapport des nombres de vibrations correspondant à la consonnance.

Quand la consonnance n'est qu'approchée, la figure se modifie ; elle est animée d'un mouvement de rotation qui la fait, comme si elle était décrite à la surface d'un

» Si l'on me trouve obscur, difficile à comprendre, je me console » comme cet individu dont personne ne pouvait déchiffrer l'écriture » et qui disait : *J'ai appris à écrire, apprenez à me lire.*

» Celui qui trouvera que j'en vaux la peine, apprendra aussi à » me lire et à m'entendre...

» Vers l'année 1812 ou 1813, un artiste se faisait entendre sur » deux *maultrommeln (tambours de bouche*, la rustique *guim-* » *barde).* Je lui arrangeai son appareil pour dix ou douze de ces in- » struments, afin de donner plus d'étendue à sa musique ; et moi- » même peu à peu je m'en ajustai un de vingt, disposés sur deux » disques, l'un pour la main gauche, l'autre pour la main droite, afin » de pouvoir jouer dans tous les tons. C'est par là que j'appris à » connaître l'insuffisance des diverses manières usitées dans l'accord

---

cylindre tournant sur son axe, apparaître sous toutes ses projections. L'altération la plus imperceptible trouble subitement la fixité de la figure.

Voilà donc pour constater le rapport de deux fourchettes vibrantes et saisir le point mathématique de leur parfaite exactitude, un moyen nouveau ; mais il ne fournit aucun secours pour la pratique dans l'accord des instruments, et là, Scheibler n'a pas encore de rival.

Bien plus, M. Lissajous réussit à montrer en grand, dans l'amphithéâtre de la Sorbonne, ces merveilleux résultats.

Nous indiquons légèrement ces expériences que nous avons à peine entrevues il y a peu de jours.

La science est à son début, qui peut en dire l'avenir et les conséquences !

Scheibler aussi connaissait un moyen facile de rendre sensible à la simple vue l'effet simultané des vibrations.

Deux fourchettes étant placées sur la même ligne, si l'on joint leurs extrémités voisines par un léger fil d'argent, voici ce qui arrive : Dans le cas des sons voisins de l'unisson, la vibration imprime à ce fil des mouvements qui dépendent de la nature des ondes sonores. Le moment de force ou le battement se manifeste par une courbe supérieure, et le moment de faiblesse par une ligne droite. Dans le cas de consonnances, il en résulte des figures courbes à lignes multiples dont le nombre dépend de la nature de la consonnance, et la figure régulière se fixe, immobile et brillante, quand la consonnance est dans toute sa pureté.

Cette expérience physique, dit-il, est étrangère à l'objet dont je m'occupe.

» des instruments. Je croyais que le monocorde me conduirait infail-
» liblement au but... »

Il mentionne ensuite les milliers d'expériences et de calculs auxquels il se livre pendant plusieurs années sur dix ou douze monocordes, partagés en 400,000 parties, pour fixer la position de son *la* diapason de quatre battements par seconde, tant en dessus qu'en dessous, ainsi que la position des autres sons de l'échelle, d'après laquelle il ajuste une échelle de fourchettes.

Pour corriger les fautes qu'il reconnaissait à cette échelle, il s'en fabrique une autre de sons accessoires, intermédiaires, chacun à quatre battements de distance

Il éprouvait, et tout autre éprouvait comme lui, une pleine satisfaction à l'accord donné aux instruments au moyen de ce monocorde de fourchettes rectifié, mais pourtant il n'osait s'y fier entièrement, puisque ses résultats n'étaient point constants. Quand il trouvait, à l'un des monocordes, qu'une fourchette était trop haute, un autre monocorde la faisait paraître trop basse. Ce n'était pas ce qu'il avait cherché pendant tant d'années.

C'est alors qu'il est convaincu de l'impossibilité d'obtenir d'un monocorde une exactitude mathématique ; ces cordes ne restent jamais une minute sans varier, et vacillent continuellement de un à quatre degrés du pendule.

Il est ainsi conduit à ne compter et ne mesurer que par des degrés de pendule toute son échelle de fourchettes principales et intermédiaires (du *la* au-dessous de la clef de *sol*, au *la* au-dessus de la même clef), c'est-à-dire son *sonomètre*, base de toute sa théorie expérimentale.

Ainsi, c'est pour avoir cherché l'accord dans une disposition de *guimbardes*, pour leur note fondamentale, que Scheibler en est venu à trouver l'accord de l'orgue. Il affectionnait singulièrement la guimbarde, cet instrument bizarre, et nous avons été étonné du talent avec lequel il savait y moduler de vives et charmantes variations. Dans notre enfance, quand la nuit était venue, ces sons nous paraissaient tristes dans la bouche des *boires* (bouviers) de la mélancolique Sologne ; peut-être maintenant y sont-ils oubliés. Mais, si l'on en

croit Scheibler, la guimbarde mérite un autre destin. Il y consacre quelques pages à la fin de son opuscule. Elle est, dit-il, d'un excellent secours pour donner à l'oreille musicale la plus grande perfection. Les chanteurs, les violonistes, en un mot tous ceux qui sont obligés de former eux-mêmes la justesse des sons, devraient en faire usage.

Dans la gazette de Leipzig de l'an 1816, il avait déjà écrit quelque chose sur le jeu et la nature de cet instrument. Ici il ajoute d'autres détails et un exemple noté.

PREMIÈRE PARTIE.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES.

1. ***Notions élémentaires sur la production et la transmission des sons.*** — Nous éprouvons la sensation d'un son, quand la membrane du tympan, ***laquelle forme l'extrémité du canal auditif, membrane élastique et tendue***, est mise en vibration d'une certaine manière, par les mouvements de l'air extérieur. Ces mouvements du tympan se communiquent aux diverses parties qui complètent l'appareil auditif dans l'intérieur de l'oreille, ***et dont on explique assez bien le mécanisme,*** et enfin occasionnent un certain ébranlement du nerf auditif, lequel s'épanouit dans le cerveau.

Ici commence la sensation proprement dite, mystère inaccessible aux recherches de l'esprit humain, et qui tient à l'union du corps et de l'âme.

2. La cause immédiate de la sensation de l'ouïe est donc un certain mouvement de l'air extérieur, d'où il suit qu'aucun son ne peut se produire dans le vide, que le son s'affaiblit à mesure que l'air est raréfié ; qu'il est plus intense dans un air ou un milieu plus dense ; ce qui explique pourquoi les sons et les bruits ont moins d'éclat sur les

montagnes et cessent presque dans les hautes régions atmosphériques, et, à l'inverse, pourquoi, si l'on plonge un instant la tête dans l'eau, le son causé par le choc de deux pierres dans l'eau paraîtra beaucoup plus fort que s'il était entendu dans l'air à la même distance.

3. Mais l'air, comme tous les autres fluides, de lui-même ne tend qu'à rester en équilibre et en repos; il faut une cause étrangère pour le mettre en mouvement. Dans la production du son, cette cause sera, ou bien les palpitations, les frémissements, les *oscillations*, les vibrations moléculaires d'un corps rigide et élastique, par exemple celles du métal d'une cloche frappée par un corps dur, ou bien les oscillations, c'est-à-dire les allées et venues rapides soit d'une corde sonore tendue, soit d'un corps mince et élastique, par exemple celles de la languette d'un instrument à anche, *soit dans le tuyau à anche de l'orgue, dans le hautbois, la clarinette ou le basson,* ou bien les chocs imprimés par un courant d'air rapidement introduit par une étroite ouverture et venant se briser contre le tranchant d'un corps aigu, par exemple dans les instruments à vent, *tels que les tuyaux de flûte de l'orgue, les sifflets, etc.;* ou bien enfin une explosion instantanée, etc.

4. Dans toutes ces circonstances, il existe un mouvement moléculaire, un choc qui se communique aux particules aériennes immédiatement voisines, les oblige à sortir de l'état d'équilibre et de repos, et ainsi les met en vibration.

La molécule aérienne immédiatement contiguë à la molécule d'un corps quelconque, suit tous ses mouvements alternatifs d'allées et venues, ou toutes ses oscillations, avec une vitesse parfaitement égale, les commence et les termine en même temps que lui, et ce même mouvement se communique de proche en proche à l'atmosphère dans tous les sens.

5. Le point sonore est le centre d'une sphère dont toutes les molécules sont mises par lui en oscillation.

Chacun des rayons de cette sphère forme une suite de molécules en ligne droite, et, pour nous rendre compte de ce qui se passe dans la sphère entière, il nous suffit de considérer un seul de ses rayons.

6. Dans la production des sons, les mouvements moléculaires sont toujours réguliers, c'est-à-dire que les vibrations qui en résultent s'opèrent en temps égaux. Ils sont toujours rapides, même pour les sons les plus graves, et leur rapidité s'accroît pour les sons aigus. Aussi l'on évalue les sons par le nombre de vibrations qui s'opèrent en une seconde.

7. *Sons musicaux, leur expression numérique.* — Un son musical ne diffère d'un autre son quelconque que parce qu'étant prolongé et continu, notre organe auditif a le temps et les moyens d'en recevoir une perception nette et d'en apprécier le degré du grave à l'aigu. Le bruit ne diffère du simple son que parce qu'il résulte d'une multitude de sons divers, et qui n'ayant point entre eux de rapport musical capable de flatter l'oreille, lui apportent une sensation inappréciable et incommode.

8. Nous n'avons à parler ici que des sons musicaux, et il s'agit d'en trouver l'expression numérique.

Dès la haute antiquité, on avait observé et calculé les rapports qui se trouvent entre les diverses longueurs des cordes mises en vibration et les divers sons qui en résultent, ces cordes supposées de même matière, parfaitement égales en grosseur et en degré de tension. On avait vu que la 1/2 d'une corde donne l'octave du son donné par la corde entière, que les 2/3 en donnent la quinte, etc., d'où l'on avait conclu, en se basant sur les longueurs des cordes,

que l'octave est dans le rapport de 1 : 1/2
la quinte. . . . . 1 : 2/3

ou, en nombres entiers, et poursuivant plus loin l'expérience,

Que le son grave *ut* est à son octave comme. . . . . 2 : 1
à la quinte *sol*, comme. . . . . . 3 : 2
à la quarte *fa*, comme . . . . . . 4 : 3
à la tierce majeure *mi*, comme. . 5 : 4
à la tierce mineure, *mi b*, comme 6 : 5

C'est de cette manière que les anciens ont exprimé la valeur numérique des sons musicaux.

9. Les modernes ayant considéré que, dans les cordes vibrantes, le nombre des vibrations est en raison inverse des longueurs, se sont servi du nombre des vibrations pour évaluer les sons musicaux ; c'est-à-dire des mêmes rapports trouvés par les anciens, mais pris à l'inverse. Le calcul est exactement le même, mais l'expression moderne est plus rationnelle et plus directe, parce qu'elle ne suppose qu'un nombre absolu de vibrations par seconde dans un corps quelconque, sans aucune relation à des longueurs de cordes.

10. La loi des rapports des sons entr'eux étant ainsi connue, il ne s'agit plus que de savoir avec exactitude le nombre absolu des vibrations d'un son musical pour en déduire le nombre de vibrations de tous les autres sons qui seront avec lui dans un rapport musical déterminé.

Or, c'est en cela que consiste la difficulté, savoir : l'évaluation rigoureuse d'un son fixe comme point de départ et de comparaison. Plusieurs raisons physiques s'y opposent. Cependant on s'en est approché d'une manière satisfaisante, et nous n'en chercherons pas davantage.

11. *Expériences pour l'évaluation du nombre absolu de vibrabrations dans les sons musicaux.* — Supposons une roue de métal, tournant sur son axe au moyen d'une manivelle, et dont la circonférence est dentée à intervalles égaux. Si l'on fixe un corps élastique, par exemple un petit morceau de carte, dans une position telle que chacune des dents de la roue qui tourne vienne le heurter en passant, il arrive que la pression de la dent fait fléchir la carte, et que celle-ci, en vertu de son élasticité, se redresse dans l'intervalle d'une dent à l'autre, et, dans ce redressement subit, choque l'air. Ce choc ou battement produit un son qui se répète à chaque révolution de la roue, autant de fois qu'elle contient de dents.

La carte a fait une vibration ou deux mouvements ou deux oscillations pour produire ce battement, l'une en cédant à la dent, l'autre en se redressant. Il faut donc deux oscillations, pour un battement. Si le mouvement est trop lent, et surtout si les dents sont fort éloignées les unes des autres, ces battements successifs sont distincts et sé-

parés : le son, au lieu d'être continu, est pour ainsi dire haché; mais ces battements se rapprochent et se confondent quand le mouvement s'accélère et que les dents sont plus voisines. Ils produisent alors un son ronflant, et ce son monte du grave à l'aigu à mesure que les battements sont plus rapides et plus nombreux dans un temps donné. Toutefois, on ne commence à avoir la sensation d'un son continu qu'après deux battements, c'est-à-dire quatre oscillations ou deux vibrations.

Ainsi, le battement, tel que nous venons de le décrire, est l'élément du son, et le son n'est en réalité qu'une succession rapide et régulière de battements.

12. Dans cette expérience de M. Savart, avec la roue dentée frappant sur un petit morceau de carte, chaque battement isolé, dans un mouvement très-lent, se combine aussi avec le son particulier à la carte. Pour entendre des battements aériens plus purs, il faut se servir de la *syrène* de M. Cagniard-Latour.

Cet instrument est l'un des plus ingénieux qui aient été inventés dans ces derniers temps. Pris dans sa plus grande simplicité, c'est une petite boîte ronde, de métal, en forme de tabatière. A sa partie supérieure, elle est percée obliquement d'un petit trou, et recouverte par une plaque métallique de diamètre égal et tournant sur un pivot fixé à son centre. Cette plaque est également percée d'un seul trou qui s'adapte sur le premier, et qui est aussi dirigé obliquement, mais dans un sens opposé. Sur le côté de la boîte, on soude, en forme de manche, un tuyau qui communique avec l'intérieur, et par lequel on peut introduire un courant d'air en soufflant. Ce courant qui tend à s'échapper par la petite ouverture, fait tourner la plaque mobile sur son axe; et, dès que les deux ouvertures sont superposées, il s'échappe en choquant vivement l'air extérieur. Ce choc est un battement; il cesse sitôt que le trou est fermé, et il ne se renouvelle qu'à la seconde révolution.

Ici, le battement produit simplement par le choc de l'air extérieur est plus net, distinct. Ces battements s'accélèrent avec l'accélération

du courant d'air, le son devient de plus en plus continu et monte du grave à l'aigu.

13. Ces expériences de la roue dentée et de la syrène, et autres analogues, donnent le moyen d'évaluer approximativement le nombre des vibrations qui produisent un son donné, puisqu'il ne s'agit que de constater le nombre de révolutions de la roue ou du plateau mobile pendant le même temps, d'en déduire le nombre des battements, et de doubler ce nombre pour avoir celui des oscillations ou des vibrations simples.

Dès lors tout est connu quant au nombre de vibrations des sons musicaux quelconques, puisque, d'une part, on a la base très-approximative d'un son fixe, et que, de l'autre, on connaît la loi exacte des proportions suivant les intervalles.

14. *Limite des sons appréciables.* — En recherchant les limites au grave et à l'aigu des sons musicalement appréciables par l'oreille humaine, les physiciens se sont assez généralement accordés à les fixer au grave à trente-deux vibrations par seconde; et à l'aigu à vingt mille (1).

Toutefois, on s'accorde à penser qu'en prenant le son en général et hors des limites de la compréhension musicale ordinaire, les bornes des appréciables à l'aigu varient suivant le degré de sensibilité de l'oreille. De plus, les expériences de Savart prouvent que les limites des appréciables sont presque indéfinies, puisqu'en augmentant l'intensité, on peut suppléer au moindre nombre de vibrations au grave, et qu'à l'aigu on peut percevoir encore le son de verges métalliques fort courtes, lesquelles vibrant suivant leur longueur d'après une loi connue, doivent fournir environ 30,000 vibrations par seconde.

15. Dans la pratique musicale, le son le plus grave est rendu par

---

(1) Ces limites conventionnelles ont été expérimentalement dépassées, au grave par Savart, et à l'aigu par M. Despretz, de l'Institut.

Nota. — Quand nous employons le mot vibration *seul*, nous l'entendons toujours dans le sens de *vibration simple* ou *oscillation*.

le tuyau d'orgue de 32 pieds de long (approximativement) faisant 32 vibrations par seconde. Le son le plus aigu varie suivant la nature des instruments (1).

16. ***Distinction de l'espèce particulière de battements dont il sera fait usage pour l'accord des instruments.*** — Les battements, tels que nous venons de les décrire, et considérés comme éléments du son musical, ne sont point ceux dont s'est occupé Scheibler, et qu'il importe aux musiciens de connaître pour l'accord des instruments. Il s'agit ici d'un phénomène tout différent, et pour l'intelligence duquel nous devons poursuivre les explications des principes élémentaires de l'acoustique.

17. Le point sonore est le centre d'une sphère dont toutes les molécules sont mises par lui en oscillation. Chacun des rayons de cette sphère est une suite de molécules en ligne droite; et, pour nous représenter ce qui se passe dans la sphère entière, il nous suffit de considérer un seul de ces rayons.

---

(1) L'instrument le plus aigu employé à l'orchestre est le *Flutet*, qui monte à la huitième octave de l'*ut* grave de l'orgue de 32 pieds et 32 vibrations, lequel est à la triple octave au-dessous de l'*ut* sous la clef de *fa*.

(Tableau donné par Choron, p. 39, troisième volume des *Principes des écoles d'Italie.*)

Soit l'*ut*. .... 32 pieds, 32 vibrations.

Pour avoir les octaves supérieures, il faut diviser la longueur ou multiplier les vibrations par le nombre 2 élevé à la puissance exprimée par le nombre d'octaves.

Donc, à la cinquième octave $2^5 = 32$, donnera .... 1 pied, 1024 vibrations

C'est l'*ut* sur la clef de *sol*.

Donc, trois octaves plus haut $2^3 = 8$, donnera (sur 144 lignes)............................ 18 lignes, 8192 vibrat.

C'est la huitième octave d'*ut* 32 ou la note supérieure du *flutet*, sauf la différence proportionnelle aux diapasons.

Le *la* diapason à l'orgue de 32 pieds est 853 vibrations 1/3,

Savoir : 1024 *ut* 6
170,666 *la* 5 retrancher 1/6

853,334

18. *Propagation et vitesse des sons.* — Quel est le mode de propagation de ce mouvement moléculaire, et quelles sont les bornes de cette sphère, ou la longueur du rayon?

L'air étant élastique, il en résulte que le mouvement, comme celui d'un ressort, est successif, et qu'il s'écoule un petit intervalle de temps entre le commencement du mouvement de la première molécule d'une file, et le commencement du mouvement à la dernière molécule de cette file, si courte qu'elle soit. La seconde molécule commencera donc son mouvement un peu plus tard que la première, et ainsi de suite.

19. Le temps nécessaire à cette propagation du mouvement moléculaire détermine la vitesse du son dans l'atmosphère. Cette vitesse appréciée par l'expérience est constante, uniforme, et très-approximativement de 1024 pieds par seconde. Nous ne tenons pas compte ici des causes de légère variation également observées par les physiciens.

20. Nous avons dit que le son le plus grave de l'orgue, tuyau de 32 pieds, fait environ 32 vibrations par seconde. Dans ce même intervalle, le son a parcouru 1024 pieds, distance au-delà de laquelle il n'est pas encore entendu. Donc, pendant la durée d'une vibration, ou la 32.e partie de la seconde, le mouvement moléculaire aura parcouru la 32.e partie de 1024 pieds, ou 32 pieds, longueur égale à celle du tuyau.

21. Ainsi, en divisant le nombre 1024 pieds par le nombre de vibrations, on a la formule générale pour apprécier, dans tous les cas, jusqu'à quelle distance le mouvement moléculaire ou l'effet sonore se fera sentir pendant une vibration. Cette distance est le rayon de la sphère entière dans laquelle chaque vibration produit le mouvement moléculaire.

22. *Ondes sonores.* — Cette sphère peut être considérée comme l'ensemble d'une infinité d'enveloppes concentriques équidistantes, entre lesquelles l'air reçoit un mouvement alternatif de ***compression***, quand l'impulsion est du centre à la circonférence, et de ***dilatation***, quand elle est au contraire de la circonférence au centre.

23. Cette première sphère totale aérienne, la plus voisine du

centre sonore, et que nous considérons d'abord isolément, et dans laquelle la première vibration étend son action sans la dépasser, reçoit ainsi, dans son intérieur, un balancement, un mouvement d'ondulation, et s'appelle *l'onde sonore*.

24. L'onde sonore, formée d'une manière fixe par la surface extérieure, est donc alternativement resserrée, *comprimée* ou *comprimante, impulsive* ou *positive*, quand l'impulsion donnée à ses molécules va du centre à la circonférence, et *dilatée, dilatante, répulsive* ou *négative*, dans le cas contraire ; c'est-à-dire lorsque les molécules reviennent à leur position de repos.

25. *Mouvement ondulatoire progressif.* — Peu de temps après que le mouvement moléculaire est parvenu à la limite de la première onde, il la franchit, et, dans le même intervalle de temps, il parcourt un espace égal au premier; c'est-à-dire qu'il produit une nouvelle onde sonore, d'une épaisseur égale à celle de la première, et ainsi de suite.

26. Ainsi la sphère sonore s'agrandit de plus en plus par couches successives, égales entre elles, et dont la dernière enveloppe toutes les précédentes. C'est le *mouvement ondulatoire progressif.*

27. Ce mouvement ondulatoire est toujours de 1024 pieds par seconde ; mais cette longueur constante du rayon se partage en autant d'ondes concentriques et de longueurs égales qu'il y a de vibrations dans le son.

28. Lorsque la première onde finit son mouvement de concentration, la seconde est encore en repos, mais celle-ci marche dans le même sens de condensation pendant que la première exécute au contraire le mouvement de dilatation. Au deuxième choc impulsif, provenant de la troisième vibration, les phénomènes opérés par le premier choc dans la première onde, se renouvellent de la même manière; elle redevient impulsive ou positive, tandis que la seconde onde opère son mouvement négatif, et ainsi de suite.

29. Donc il y a deux mouvements distincts qu'il importe de ne pas confondre; savoir : le *mouvement progressif*, qui marche tou-

jours dans le même sens, en parcourant 1024 pieds par seconde, et le ***mouvement moléculaire oscillatoire***, particulier à chaque onde, quelle qu'en soit la largeur, qui marche alternativement dans les deux directions opposées, et qui est toujours en opposition avec le mouvement oscillatoire qui s'opère simultanément dans l'onde contiguë.

30. Dans les figures 1res de la planche, soit x le centre sonore, *a*, *b*, *c*, *d*, les ondes successives; la direction du mouvement moléculaire indiquée par la flèche ↥ ou ↧, et supposant que le mouvement primitif soit impulsif, c'est-à-dire du centre à la circonférence, on voit :

1.° Qu'à chaque nouvelle vibration naît une nouvelle onde ;

2.° Que l'onde qui marche la première, en s'éloignant de plus en plus du centre sonore, est toujours de même espèce, soit positive, soit négative, que celle qui a été excitée à la première vibration, c'est-à-dire positive dans le cas présenté par la figure ;

3.° Que deux ondes contiguës sont toujours d'espèce opposée.

31. Cet effet ondulatoire que nous avons représenté dans la coupe d'un segment sphérique, est rendu plus sensible comparé grossièrement au mouvement ondulatoire d'une ligne, ainsi qu'il suit : (*Fig.* 2.)

Le centre sonore est en x. Mais si l'on veut suivre la succession des ondes comme positives et négatives, il faut considérer l'onde la plus éloignée comme la première qui est arrivée jusques-là, et aller en rétrogradant de droite à gauche sur la même ligne. On verra que toutes les ondes désignées par les nombres pairs sont de même espèce entre elles, et que toutes les ondes désignées par les nombres impairs sont aussi entre elles de même espèce.

32. La plupart des théoriciens entendent, par onde sonore, la réunion de la partie positive (***Wellenberge***) et de la partie négative (***Wellenthal***), pour former une seule onde. L'usage de l'une ou de l'autre manière de s'exprimer est indifférent, et, pour le besoin que nous en avons, nous pouvons nous en tenir aux expressions ci-dessus.

33. Il importe aussi d'observer que dans ce mouvement ondulatoire, et malgré la progression du son, chaque molécule n'éprouve

d'autre déplacement que celui qui résulte du mouvement infiniment petit par lequel elle oscille.

34. Imaginons qu'au centre sonore il se fasse subitement un vide sphérique, dans lequel les molécules aériennes se précipitent en vertu de l'élasticité de l'air, le mouvement ondulatoire sera alors et partout, inverse de celui précédemment considéré. Dès lors, c'est l'onde négative qui marche toujours en avant.

35. *Causes de la cessation du son au-delà de certaines limites.* — Ainsi, nous concevons comment le son se propage par les ondes sonores; nous en calculons la vitesse, comme les dimensions et la direction de chaque onde.

Maintenant, on peut se faire plusieurs questions, et d'abord, par exemple, comment il arrive qu'au-delà de certaines limites, le son cesse d'être entendu, et pourquoi le mouvement moléculaire a cessé?

L'ébranlement de la première molécule aérienne est proportionnel à l'intensité du mouvement de la cause qui opère dans le centre sonore. Un ébranlement plus ou moins fort occasionne un déplacement plus ou moins étendu de la molécule, sans que, pour cela, la sphère du rayon sonore ou la largeur de l'onde soit agrandie ou diminuée; seulement, dans l'intérieur de cette onde, la compression est plus ou moins forte. Cette quantité de mouvement moléculaire diminue progressivement à mesure qu'elle se communique d'une onde à la suivante, plus volumineuse. Les espaces parcourus par chaque molécule diminuent de plus en plus, et finalement deviennent nuls, alors le son cesse. Voilà pourquoi un son quelconque s'affaiblit en s'éloignant du centre sonore, et ne peut être entendu au-delà de certaines limites. Ces limites sont déterminées par son intensité, laquelle dépend de l'intensité du mouvement moléculaire dans le corps sonore.

36. *Vitesse et hauteur du son invariable.* — Mais, quelle que soit l'intensité de ce mouvement, la vitesse de sa propagation reste toujours la même. Pareillement, quelle que soit aussi l'intensité du son, le degré du grave à l'aigu reste aussi le même à toutes les dis-

tances où il est perceptible; car le degré du grave à l'aigu dépend du nombre de vibrations par seconde, et ce nombre ne varie pas, quelle que soit l'amplitude de ces vibrations.

37. *Réflexion philosophique.* — Si l'on considère que le mouvement moléculaire dans les ondes sonores atmosphériques se modifie selon les degrés sonores du grave à l'aigu, du fort au faible, et en outre selon la distinction du timbre des instruments ou des voix, et cela, non seulement pour un son unique, mais pour une multitude de sons différents les uns des autres, et simultanément; que, dans cette simultanéité naît pour chaque son séparé une série a part d'ondes sonores qui marchent indépendantes les unes des autres, dans des directions ou semblables, ou opposées ou obliques, sont réfléchies sur elles-mêmes par les corps sur lesquelles elles frappent et reprennent un cours inverse, se coupent en mille sens différents et sembleraient devoir se déchirer en lambeaux; que tout cela s'opère pourtant en musique sans trouble et sans confusion; qu'ainsi le même rayon sonore obéit à la fois, et avec une égale fidélité, à mille impressions diverses ou contraires, ou plutôt que chacune de ces mille causes trouve pour son compte un système de molécules libres et indépendantes n'obéissant qu'à cette cause; si l'on ajoute que l'effet disséminé en grand vers les confins de la sphère sonore la plus étendue, se concentre également vers le centre, dans un espace de plus en plus resserré, sans nuire à la clarté de la perception; qu'enfin ce prodige de multiplicité, de variété, se résume en petit sur l'étroit espace de la membrane du tympan, quelle expression trouvera-t-on dans la langue pour rendre dignement le sentiment d'admiration que doit exciter en nous une telle merveille! (1)

38. *Sons simultanés considérés dans l'unité commune du*

---

(1) Ab-del-Kader, dans un écrit remarquable inséré naguère au *Moniteur*, reproche aux savants français de ne jamais mentionner dans leurs démonstrations ce qui pourrait élever les esprits au-dessus des choses terrestres. Ce n'est pourtant pas faute d'en avoir l'occasion.

centre sonore. — Nous allons considérer seulement l'effet ondulatoire produit par la simultanéité de deux sons supposés partis du même point sonore et commencer leurs vibrations au même instant précis.

39. Et d'abord il nous faut justifier cette supposition, puisque, d'une part, il est évident que jamais deux sons primitifs, différents l'un de l'autre et simultanés, n'auront leur centre sonore au même point; et que, de l'autre, dans la réalité pratique, la probabilité est que les vibrations de l'un commenceront un peu plus tôt ou un peu plus tard que celles de l'autre.

Faisons-en l'application à un son moyen dans l'étendue du clavier, par exemple le troisième *ut*.

Supposons premièrement que l'on fasse entendre simultanément deux *ut* à l'unisson du troisième *ut* du clavier du piano à 6 octaves et demie, et que nous supposons accordé au diapason de l'orgue. Cet *ut* fait 256 vibrations par seconde. Car, partant de la touche la plus grave, laquelle fait 64 vibrations par seconde, puisqu'elle est a l'octave du tuyau de 32 pieds (§ 14), il faut quadrupler le nombre 64 pour avoir la double octave. La longueur de l'onde sera 1024 pieds divisés par 256 vibrations ou 4 pieds (§ 19); si les deux centres sonores, au lieu de coïncider au même point, sont distants l'un de l'autre d'une quantité qui soit égale à cette longueur d'onde, ou qui en soit un multiple (les vibrations sont supposées commencer au même instant précis), l'effet de simultanéité des ondes sera le même que si les deux centres coïncidaient; seulement, cette simultanéité ne commencera qu'après le temps d'une, de deux, de trois, etc., vibrations, c'est-à-dire 1/256, 2/256, 3/256, etc., de seconde, suivant que les deux centres seront éloignés d'une fois, deux fois, trois fois, etc., la longueur de l'onde. Si l'éloignement, au lieu d'être égal à cette quantité de la longueur d'une onde ou à l'un de ses multiples, y ajoute une fraction, la plus grande différence d'effet résultera de la différence d'une moitié de la longueur de l'onde, c'est-à-dire 2 pieds. Donc, pour la note dont il s'agit, quelle que soit la distance des deux centres sonores, la différence de position qui pro-

duit la plus forte déviation de l'effet précis dans la simultanéité, est une distance de 2 pieds au plus, équivalant à 1/512 de seconde.

Supposons secondement que, pour le même *ut*, les vibrations initiales de chacun, au lieu d'être simultanées, partent à distance l'une de l'autre (les centres sonores sont censés coïncider exactement), et que cette différence de temps soit justement 1/256 de seconde, ou un multiple de ce nombre; l'effet sera le même que si la coïncidence était rigoureuse, seulement l'effet ne sera senti qu'après 1/256 ou 2/256 ou 3/256 de seconde, selon le retard de l'une de ces vibrations initiales. Pour que la différence de coïncidence soit sentie au *maximum*, il faut supposer que l'un des deux corps vibrants sera en retard d'une demi-vibration ou de 1/512 de seconde.

Maintenant, combinant ensemble ces deux causes d'inexactitude, nous verrons que si l'une des deux produit un effet en sens inverse de l'effet produit par l'autre, le résultat rétablit la coïncidence rigoureusement exacte; et que, par conséquent, la plupart du temps, la probabilité est que la moyenne des différences sensibles sera une fraction insignifiante de seconde. Cette quantité va toujours en diminuant de moitié à mesure que l'on monte dans une octave supérieure, et se double à mesure que l'on descend à une octave inférieure.

Ainsi, négligeant ces différences insensibles, il nous est permis de raisonner dans notre hypothèse, savoir : la double coïncidence des centres sonores et du moment de départ des vibrations initiales.

40. *Comparaison des ondes sonores dans la production de deux sons simultanés.* — Observons que le premier choc produit une onde qui n'est pas, comme les suivantes, le simple effet de la réaction spontanée des molécules. Cette première onde a plus d'amplitude et moins de régularité dans sa forme. Nous ne l'introduirons pas dans nos comparaisons. Nous la désignerons par 0 (zéro), ainsi que la vibration initiale, et nous partirons de la suivante, désignée par le N.° 1.

41. Nous allons donc comparer les effets simultanés de deux ondes sonores produits par deux sons simultanés.

Choisissons l'exemple le plus simple : l'*ut*, 32 vibrations, le plus

grave de l'orgue, sonnant avec sa quinte *sol*, 48 vibrations. Nous supposerons cette consonnance de quinte non tempérée et juste, dans la proportion de 2 : 3 (§ 8).

La 32.e vibration d'*ut* coïncidera rigoureusement avec la fin de la 48e vibration de *sol*. Mais une coïncidence semblable aura lieu 16 fois dans le cours de la seconde, savoir : chaque fois que l'*ut* aura fait 2 vibrations et que le *sol* en aura fait 3, ainsi qu'il suit ·

COÏNCIDENCE DES VIBRATIONS

d'*ut*	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
de *sol*	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48

Chaque coïncidence tombe alternativement sur des nombres dont l'un est pair et l'autre impair, et sur des nombres tous les deux pairs. Or, nous avons vu (§ 31) que si l'onde N.° 1 est négative, par exemple, toutes celles des nombres impairs seront négatives, et, réciproquement, toutes celles des nombres pairs seront positives.

Dans le cas ci-dessus, l'onde initiale de l'*ut* étant supposée de même espèce que l'onde initiale de *sol*, les ondes seront d'espèce différente dans les deux sons, c'est-à-dire l'une positive et l'autre négative, toutes les fois que la coïncidence tombera sur deux nombres dont l'un est pair et l'autre impair ; et les ondes seront de même espèce, c'est-à-dire toutes les deux positives ou négatives, toutes les fois que la coïncidence tombera sur deux nombres pairs.

La figure 3 rend sensible l'effet des deux premières coïncidences.

La première coïncidence sur les vibrations 2 et 3 donne, à la fin de l'onde, un effet opposé, puisque la direction des molécules, indiquée par les flèches, est opposée. Du côté de l'*ut*, l'onde 2 est positive ; du côté de *sol*, l'onde 3 est négative ; les effets se détruisent, et à ce moment, *le son est le plus faible*.

La seconde coïncidence sur les vibrations 4 et 6 donne, à la fin de l'onde, un effet semblable, puisque la direction des molécules est semblable. Les deux ondes sont positives, et, à ce moment, *le son est le plus fort*.

42. Ainsi, pendant la résonnance simultanée de l'*ut*,32 et de sa quinte *sol*,48, dans l'intervalle d'une seconde, il y aura 8 coïncidences faibles et 8 coïncidences fortes ; et si l'oreille pouvait discerner les 16 portions de la seconde, elle sentirait l'effet sonore diminuer sensiblement depuis 0 jusqu'à la première coïncidence, et augmenter de la même manière jusqu'à la seconde coïncidence, et ainsi de suite alternativement.

L'on pourrait compter alors ces coups alternatifs de force et de faiblesse, représentés dans la fig. 4.

43. Nous voyons dans la fig. 3 une onde du son *ut*, par exemple l'onde 4, qui est positive, accompagnée dans les 2/3 de sa durée par toute l'onde 6 du *sol*, qui est également positive, et dans l'autre 1/3 par la 1/2 de l'onde 5 qui est négative.

Si les deux ondes, au grave et à l'aigu, étaient presque de même longueur, cette complication d'effets serait presque insensible.

Pour cela il faudrait que les nombres de vibrations fussent dans un rapport approchant de l'unisson ; alors l'effet serait plus net dans les deux ondes.

Le rapport étant moins simple, la coïncidence se répéterait moins souvent pendant la durée d'une seconde, et les coups alternatifs de force et de faiblesse se distingueraient plus facilement.

44. *Battements de deux sons voisins de l'unisson.* — Représentons l'effet sonore de ces coups alternatifs par deux nombres dans le rapport de 15 à 16 (intervalle du demi-ton *mi*, *fa* ou *si*, *ut*), pendant 6 secondes (fig. 5.)

Ici, ne tenant pas compte du mouvement initial, nous comptons le premier coup de force à la fin de la deuxième seconde, et successivement de deux en deux secondes, à la fin de la quatrième et de la sixième.

Ces coups de force sont ce que l'on appelle vulgairement *les battements* de deux sons voisins de l'unisson. Chacun d'eux ne peut survenir, ainsi qu'on le voit dans la figure, qu'après avoir été précédé par le coup de faiblesse où le son est presque éteint.

45. ***Moyen fourni par les battements pour évaluer en vibrations la différence de deux sons.*** — On voit ici que le mot ***battement*** a un sens bien différent de celui qu'on lui donne en acoustique pour désigner l'élément du son, comme nous l'avons expliqué § 11 et 12. Néanmoins, dans l'un et l'autre cas, le battement n'en est pas moins, en général, suivant une définition de M. Cagniard-Latour, ***une impression périodique qui se produit sur l'organe auditif.*** Mais ici, cette impression résulte du ***concours simultané d'ondes sonores de même espèce, alternant périodiquement avec des ondes d'espèce opposée.*** On voit encore ici (fig. 5), que, pour produire le battement (de 0 à 30), il faut entre les deux sons une différence de 2 vibr. (30 à 32).

46. Donc, en général, deux sons près de l'unisson, entendus simultanément, donneront par seconde la moitié autant de battements qu'il y aura d'unités dans la différence du nombre de leurs vibrations. Ainsi, une différence de 8 vibrations par seconde donnera 4 battements par seconde, etc.

47. Pour que l'oreille puisse en effet distinguer et compter les battements, il faut qu'ils ne soient ni trop rares ni trop fréquents. Lorsqu'il y a moins d'un battement par seconde, les coïncidences sont trop éloignées pour être comptées commodément. A un battement par seconde, on distingue assez bien le moment de faiblesse et le coup de force. Lorsque les battements sont plus rapprochés, par exemple de 2 à 6, on ne distingue plus que les coups de force et l'on ne compte que les battements. Au-delà de 6, on n'entend plus qu'un son à peu-près égal et continu. Le nombre de 4 battements par seconde, résultant d'une différence de 8 vibrations, est celui qui se trouve dans les conditions les plus favorables.

48. Donc, lorsque les conditions sont telles que nous puissions compter le nombre des battements par seconde, qui résulte de la simultanéité de deux sons, nous pouvons évaluer leur différence en nombre de vibrations. Mais cela ne nous apprend rien encore sur la nature de l'intervalle qui les sépare, puisque nous ignorons le nombre absolu de vibrations de chacun de ces deux sons.

19. ***Recherche du nombre absolu de vibrations d'un son, par le calcul des différences et réciproquement.*** — Cherchons cependant si, par le seul calcul des différences, nous ne pourrions pas arriver à la connaissance du nombre absolu de vibrations d'un son donné dans certaines conditions, ou bien, à l'inverse, arriver à produire dans les mêmes conditions un son d'un nombre donné de vibrations. Nous supposerons que ces sons sont produits par des fourchettes métalliques (vulgairement *diapasons*), et nous nous bornerons ici à poser des principes et à indiquer des applications générales, sans entrer dans le détail des procédés d'exécution, et sans recourir à aucun des moyens que peut offrir la science de l'acoustique; car nous ne devons pas oublier que nous travaillons ici uniquement pour être l'interprète de Scheibler, et suppléer, par les explications nécessaires, à la brièveté et à l'obscurité des enseignements qu'il a écrits.

Ces deux problèmes sont résolus par un raisonnement simple :

Premièrement, *le son étant donné* par une fourchette, si l'on fabrique une autre fourchette qui donne l'octave juste, que nous supposons à l'aigu (et plus bas nous donnerons le moyen de discerner cette justesse), et si, entre le son grave et son octave, l'on pose des sons intermédiaires, en nombre suffisant pour que l'on puisse compter de l'un à l'autre le nombre des battements par seconde, on doublera la somme de ces nombres et l'on aura ainsi la différence en vibrations de l'une à l'autre des deux fourchettes. Or, ce nombre qui exprime cette différence sera précisément le nombre absolu des vibrations de la fourchette grave (1). Par exemple, si l'on compte en tout 220 bat-

(1) Tel est le procédé de Scheibler; mais, pour déterminer le nombre absolu des vibrations d'une fourchette, que nous appellerons *la*, M. Lissajous opère de la manière suivante :

Sur ce *la*	il ajuste l'*ut*	tierce mineure.....	5 : 6
— l'*ut*	— le *mi*	tierce majeure......	4 : 5
— le *mi*	— le *la*	quarte............	3 : 4

D'où résulte, pour nous, cet enchaînement de rapports :

	6/5		5/4		4/3
	10 : 12		12 : 15		15 : 20
différences :	2	+	3	+	5

Somme 10, fourchette grave.

tements, la différence est 440 vibrations. La fourchette grave aura ce nombre 440, et la fourchette à l'octave en aura le double, ou 880 (§ 8).

Secondement, *le nombre de vibrations à produire étant donné*, par exemple 440, si l'on fabrique deux fourchettes à l'octave l'une de l'autre, dont l'une des deux, que nous supposerons au grave, soit à peu près à l'unisson du tuyau d'orgue dont le nombre de vibrations est un peu moindre que 440 (c'est le *la* au-dessus de la clef de *fa*), il faudra d'abord chercher, par le moyen indiqué dans le premier cas, le nombre absolu des vibrations de la fourchette grave; alors on saura de combien de vibrations elle est trop basse; et, opérant simultanément sur les deux fourchettes en octave, et sur les fourchettes intermédiaires, on les ajustera par tâtonnement, jusqu'à ce qu'on ait réussi à obtenir entre les deux fourchettes extrêmes une différence juste de 220 battements ou 440 vibrations.

50. Maintenant, supposons le son fixe 440 établi de cette manière, ainsi que son octave 880, on peut fixer entre eux, dans l'étendue de l'octave, une série quelconque de sons. Cette série pourra faire entendre ou les intervalles diatoniques justes, ou les intervalles chromatiques dans un tempérament donné. Pour cela, connaissant par le calcul les nombres de vibrations qui s'appliquent à chacun de ces sons, et par conséquent la différence soit en vibrations soit en battements entre les sons voisins, on y arrivera par des fourchettes intermédiaires, ajustées de manière à procurer en battements la différence donnée.

Ainsi, l'attention portée sur les battements fait trouver immédiatement la différence entre deux sons, quant au nombre de leurs vibrations, et cette différence, dans certaines conditions, nous conduit à la découverte du nombre absolu des vibrations du son, ou à la production d'un son formé par un nombre donné de vibrations.

51. *Application à l'accord des instruments.* — Maintenant, il s'agit de chercher aussi, dans cette même théorie des battements, les moyens d'accorder les instruments de musique, c'est-à-dire d'apprécier le degré de justesse des intervalles consonnants. Il faut donc,

au préalable, connaître les consonnances et leur rapport exact. Cette théorie, nous la ferons dériver des lois de l'acoustique, dont nous allons poursuivre l'examen sommaire.

52. *Lois de la résonnance multiple.* — Un fait principal est la base de cette théorie, savoir :

Un son quelconque, sous certaines conditions, et que nous représenterons en vibrations par le nombre 1, fait entendre à l'aigu les sons 2, 3, 4, 5, etc., c'est-à-dire des sons dont le nombre de vibrations est exprimé, dans leur rapport, par la série des nombres naturels entiers.

53. Cette série est indéfinie, mais elle n'est sensible pour nos organes qu'autant que les sons ne sortent pas des bornes de ceux que notre oreille peut facilement apprécier, et qu'autant qu'ils ont l'intensité nécessaire. Voilà pourquoi cette loi ne se manifeste à notre oreille que quand le son 1 est très-grave et a beaucoup de force.

54. Cette résonnance, à l'aigu, d'un son grave, s'appelle *résonnance multiple.*

En voici l'application dans les quatre premières octaves, le son 1 étant appelé *ut.*

1re oct.		2.e		3.e				4.e							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
UT	UT	SOL	UT	MI	SOL	SI ♭ (du cor.)	UT	RÉ	MI	(inharmonique.)	SOL	(inharmonique)	SI ♭ (du cor)	SI	UT

55. ***Proportion des intervalles d'où naissent les consonnances et leurs renversements***, etc. — Dans cette série, nous voyons exprimées les proportions exactes des intervalles que nous désignerons sous le nom général de consonnances.

Ces intervalles sont directs, renversés ou redoublés.

56. Premièrement, les consonnances, ***intervalles simples, directs***.

L'octave, par exemple......	UT ——— UT	1	:	2
La quinte, id........	UT ——— SOL	2	:	3
La quarte, id........	SOL ——— UT	3	:	4
La tierce majeure, id........	UT ——— MI	4	:	5
La tierce mineure, id........	MI ——— SOL	5	:	6

57. Secondement les consonnances, ***intervalles simples renversés*** :

Un intervalle direct, par exemple ***ut-sol***, 2 : 3 quinte, devient un intervalle renversé, lorsque des deux sons qui forment cet intervalle direct, le son grave 2 est porté à son octave aiguë 4, ce qui donne : ***sol-ut***, 3 : 4 quarte, ou bien, le son aigu 3 est porté à son octave inférieure 1 1/2, ce qui donne encore ***sol-ut***, 1 1/2 : 2.

58. Dans le nouvel intervalle qui résulte du renversement, les sons portent le même nom, mais ils sont dans une position inverse de celle où ils sont situés dans l'intervalle direct ; de plus, l'intervalle renversé ajouté à l'intervalle direct, complète l'octave.

	2	3	4	
Quinte....	UT.......	SOL..........		intervalle direct.
Quarte..............		SOL.......	UT	renversement de la quinte.
Octave....	UT..................		UT	total des deux intervalles.

59. L'intervalle direct et l'intervalle renversé sont réciproquement compléments l'un de l'autre pour former l'octave.

Chacun d'eux peut être pris indifféremment pour l'intervalle direct, et l'autre qui est son complément, sera l'intervalle renversé.

60. Connaissant le rapport d'un intervalle direct, par exemple de la quinte 2 : 3, on a son complément en portant le son grave 2 à son octave aiguë 4, ou bien, à l'inverse, en portant le son aigu 3 à son octave grave 1 1/2. Le premier moyen est préférable pour éviter les fractions.

Le renversement de l'octave 1 : 2 est l'unisson 1 : 1.

Réciproquement, connaissant le rapport d'un intervalle complémentaire, on trouve son intervalle direct ou son complément par le même moyen.

61. Le tableau que nous avons donné (§ 54) des sons de la série dans la resonnance multiple, présente immédiatement les rapports des intervalles renversés ou complémentaires, si l'on considère le chiffre qui correspond à l'octave de l'un des deux sons, cette octave prise au grave pour le son aigu, ou prise à l'aigu pour le son grave. Exemples:

2.e OCTAVE.			3.e OCTAVE.	
2	3	4	5	6
UT		UT		
	SOL			SOL

Je trouve le renversement de *sol-ut*, 3 : 4 soit en descendant le son aigu *ut* à son octave la plus voisine au grave, ce qui me donne *ut-sol*, 2 : 3, ou bien en montant le son grave *sol* à son octave la plus voisine à l'aigu, ce qui me donne *ut-sol* 4 : 6. Il est entendu que le rapport doit toujours être réduit à sa plus simple expression, ainsi, dans ce dernier cas, 4 : 6 se réduit à 2 : 3.

62. On s'aperçoit qu'un intervalle, par exemple 5 : 8 est renversé, lorsqu'en prenant la moitié 4, du terme à l'aigu 8, et la portant au grave, il en résulte un rapport de 4 : 5, qui est un rapport simple

direct ; ou bien, à l'inverse, lorsque, par exemple, dans l'intervalle 3 : 5, le terme au grave étant doublé 6, et porté à l'aigu, il en résulte un rapport 5 : 6, qui est un rapport simple direct.

63. Troisièmement, les consonnances *intervalles redoublés*.

On appelle intervalle redoublé tout intervalle qui excède les limites de l'octave, par exemple 1 : 3, *ut-sol*.

Dans un semblable intervalle, si l'on intercale un troisième son 2, qui soit à l'octave du son grave, il reste à l'aigu, au-dessus de cette octave, l'intervalle 2 :3.

Si, à l'inverse, partant de l'intervalle simple 2 : 3, on cherche son redoublé, il ne s'agit que de baisser le terme grave 2 à son octave la plus voisine au grave 1, pour avoir 1 : 3 ; ou bien, dans la crainte d'une fraction, de porter le terme aigu 3 à son octave la plus voisine à l'aigu, pour avoir 2 : 6 = 1 : 3.

64. Donc tout intervalle simple se double en lui ajoutant l'étendue d'une octave, soit en haussant le son aigu à son octave la plus voisine, soit en baissant le son grave à son octave la plus voisine.

Le redoublement peut aussi avoir lieu en ajoutant une étendue de 2, 3 ou etc. octaves.

65. Tout intervalle redoublé peut être pris pour intervalle direct ou pour intervalle renversé.

66. Le tableau que nous avons donné (§ 54) des sons de la série dans la résonnance multiple, présente immédiatement plusieurs consonnances redoublées, savoir :

Redoublement		avec une octave,	avec deux octaves,	avec trois octaves.
de l'octave.....	UT — UT 1 : 2	ou double octave 1 : 4	ou triple octave...... 1 : 8	ou quadruple octave. 1 : 16
de la quinte.....	UT — SOL 2 : 3	ou douzième.... 2 : 6	ou dix-neuvième..... 2 : 12	
de la quarte....	SOL — UT 3 : 4	ou onzième..... 3 : 8	ou dix-huitième ..... 3 : 16	
de la tierce maj^{re}	UT — MI 4 : 5	ou dixième maj^{re} 4 : 10 2 : 5	ou dix-septième maj^{re} 2 : 10 1 : 5	ou vingt-quatr.^{e} maj^{re} 1 : 10
de la tierce min^{re}	MI — SOL 5 : 6	ou dixième min^{re} 5 : 12		

67. L'expression numérique d'un intervalle redoublé se forme en ajoutant les nombres 7, 14 ou 21, suivant que l'intervalle simple s'agrandit d'une, de deux ou de trois octaves, pour composer l'intervalle redoublé ; parce qu'à chaque octave de plus on ajoute sept degrés. Ainsi la quinte, nom numérique, exprimant cinq....... 5

avec une octave de plus ou sept degrés. 7

s'appellera la douzième..... 12.e

68. On reconnaît qu'un intervalle exprimé en nombre de vibrations est redoublé, toutes les fois que le terme aigu peut être réduit à la moitié, au quart, au huitième; c'est-à-dire baissé d'une, de deux ou trois octaves, sans descendre au-dessous du terme grave ; ou bien, réciproquement, toutes les fois que le ton grave peut être doublé, quadruplé, octuplé, c'est-à-dire haussé d'une, de deux ou de trois octaves, sans monter au-dessus du terme aigu.

En opérant la réduction par l'un de ces moyens, on retrouvera l'intervalle simple.

69. Tout intervalle redoublé est de la même nature, c'est-à-dire majeur ou mineur, augmenté ou diminué, que l'intervalle simple qui lui correspond.

70. Tout intervalle complémentaire est de nature inverse de l'intervalle dont il est le complément ; ainsi, le complément d'un intervalle majeur est mineur, d'un intervalle augmenté est diminué, et réciproquement.

71. *Vibrations des cordes sonores selon leurs parties aliquotes.* — C'est encore une loi de l'acoustique que, dans les cordes sonores tendues, toutes choses égales d'ailleurs, les nombres de vibrations sont en raison inverse des longueurs des cordes (1).

Ainsi la corde entière 1 donnera le son....... 1
la moitié.... 1/2.................. 2
le tiers..... 1/3.................. 3 etc.

(1) A la rigueur, cela n'est expérimentalement vrai que pour les cordes ayant tout au plus 15 centièmes de millimètre d'épaisseur.

D'où il suit que la même série des sons de la résonnance multiple, que nous avons exprimée en nombre de vibrations partant du son 1, par la suite des nombres entiers 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, peut s'exprimer, en longueurs de cordes, partant aussi du terme 1, par la suite des fractions

1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 1/6, 1/7, 1/8, 1/9, 1/10, 1/11, 1/12, 1/13, 1/14, 1/15, 1/16.

72. Cela suppose que la corde 1, vibrant dans toute sa longueur, vibre également et simultanément dans ses parties aliquotes 1/2, 1/3, 1/4, etc. Aussi la résonnance multiple s'appelle-t-elle encore la résonnance des *aliquotes*.

73. En effet, par diverses expériences, on réussit assez bien à rendre ce phénomène presque sensible à la vue. On distingue des points fixes et immobiles ou les *nœuds* qui tombent sur les divisions aliquotes, et l'on aperçoit aussi des *ventres* dans les parties aliquotes vibrantes entre ces nœuds.

De plus, les calculs des géomètres démontrent la réalité de cette hypothèse (1).

74. *Explication de Riccati appliquée aux cordes aériennes.* — Parmi ces géomètres, l'italien Riccati (dans un ouvrage très-rare, imprimé à Bologne, en 1747, sous ce titre : *Delle corde ovvèro fibre elastiche schediasmi fisico matematici*) démontre que la corde vibrante

---

(1) M. Delezenne a fait voir à M. Marloye, (qui malheureusement pour la science vient de se retirer en province), qu'on n'obtient aucun son distinct, en poussant l'archet sur le milieu d'une corde.

M. Duhamel, de l'académie des sciences, a expliqué et varié ce fait, dès qu'il en a eu connaissance. S'il fait mouvoir, dans le même sens, deux archets agissant sur deux points à égales distances du milieu de la corde, il n'a aucun son; mais le son se produit net si les deux archets se meuvent en sens contraire.

Enfin, l'habile acousticien, M. Marloye, montrait sur son monocorde comment il ne se produit aucun son musical quand l'archet s'applique aux grandes divisions aliquotes de la corde. Il faisait voir aussi comment la corde mise en vibration à ses aliquotes 2, 3, 4, 5, laisse discerner comme 2, 3, 4, 5 cordes différentes en mouvement sur la même section du monocorde.

forme rapidement une courbe équilibrée dans toutes ses parties, comme on le voit fig. 6.

La première courbe *a* s'accompagne de la seconde *b*, et cette seconde s'accompagne d'une troisième *c*, et ainsi de suite.

Ces courbes partielles sont toutes comprises dans la courbe totale.

75. Riccati démontre encore que toute corde ne peut vibrer qu'autant qu'elle oscille ou entière ou en même temps selon ses parties aliquotes.

76. De plus, supposant que le son se produit dans l'air par l'oscillation des cordes aériennes disposées sphériquement autour du centre sonore (supposition qu'il essaie de démontrer), Riccati applique les mêmes raisonnements à ces cordes aériennes, non pas en admettant qu'elles vibrent à la manière des cordes solides, par des oscillations transversales, mais à leur manière, et par une ondulation progressive dans le sens de leur longueur.

77. Ces rayons de la sphère ou ces cordes aériennes étant de longueur indéterminée, même dans un espace fermé où, par réflexion, elles se continuent indéfiniment, sont aptes à rendre un son quelconque. Mais nécessairement la corde aérienne qui rend ce son est également divisée, comme la corde solide, en parties aliquotes, par des points immobiles, entre lesquels se fait l'ondulation ; et cette corde elle-même, dans son étendue proportionnelle au son qu'elle doit rendre, est nécessairement une partie aliquote de la corde indéfinie qui se prolonge soit directement dans l'atmosphère, soit par réflexion dans les endroits fermés.

78. Chladni s'est exercé aussi à chercher les diverses courbes que forment les cordes vibrantes, selon leurs divisions en parties aliquotes.

79. *Explication des frères Weber.* — Les frères Weber (dans leur ouvrage dédié à Chladni, imprimé à Leipzig en 1825, sous le titre : *Wellenlehre, etc.*) démontrent aussi que *l'oscillation progressive* qui résulte des premiers mouvements sonores imprimés à la corde vibrante, se change rapidement en *oscillation fixe*, dans

laquelle sont comprises, d'une manière permanente, les oscillations partielles des parties aliquotes.

Ils démontrent ainsi, par le mouvement nécessaire des ondulations de la corde sonore, ce que Riccati avait démontré par la figure nécessaire de cette même corde (1).

Ces indications nous suffisent pour entrevoir les causes de la résonnance multiple.

80. Puisque, sous certaines conditions, cette résonnance accompagne un son unique, elle accompagnera aussi chacun des deux sons que fait entendre un unisson ou un intervalle quelconque.

81. *Communication des sons.* — L'expérience, d'accord avec le raisonnement, prouve que si plusieurs cordes sont accordées entr'elles à l'unisson ou à peu près, la vibration fortement prolongée de l'une de ces cordes met les autres aussi en vibration sensible; et que, par conséquent, un son se communique aux corps disposés pour entrer en vibration d'une manière analogue.

82. *Production du troisième son.* — De plus, il y a encore un autre phénomène de l'acoustique moins connu, et surtout moins bien observé que le précédent, savoir :

Lorsque deux sons, sous certaines conditions, sont entendus en même temps, ils produisent au grave un troisième son.

Comment cela peut-il avoir lieu? Et comment deux cordes sonores, vibrant simultanément, et différentes quant au son qu'elles produisent, peuvent-elles faire entendre un son plus grave que celui qui appartient à la plus basse de ces deux cordes?

83. Riccati en donne la démonstration (page 84). Nous nous bornerons à en donner, sans figure, l'idée principale.

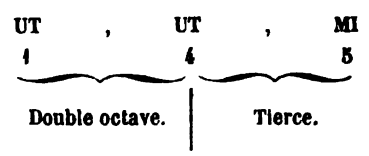
Puisque, de chacun des deux centres sonores où se produit chacun de ces deux sons, il part des rayons sonores dans toutes les directions,

---

(1) De même que pour les *ondes lumineuses*, on peut donner une image parfaite des *vibrations sonores* en secouant une corde par l'un de ses bouts; car on voit alors des ondes se propager en serpentant jusqu'à l'autre bout : la propagation se fait le long de la corde, mais les vibrations s'exécutent en travers.

il considère seulement deux de ces rayons ou cordes sonores aériennes en mouvement, lesquelles, se rencontrant obliquement, ébranlent une troisième corde dans la direction de la diagonale. Cette dernière participe de ces deux sons et les reproduit simultanément. Pour cela il faut qu'elle ait une longueur telle que les deux autres cordes y soient contenues comme parties aliquotes, ce qui ne peut avoir lieu qu'en supposant que la corde totale sera à la fois un multiple des deux cordes partielles, ou le produit de l'une par l'autre.

84. Supposons que les deux sons entendus simultanément fassent entendre la tierce majeure, par exemple *ut-mi* = *vibration* 4 : 5, Puisqu'il s'agit ici de longueur de cordes, nous renverserons ce rapport, et nous dirons : *ut-mi* = *longueur* 5 : 4. La même corde aérienne qui reproduira simultanément ces deux sons aura de longueur 5 × 4 ; *ut,* 5 vibrera 4 fois, et *mi,* 4 vibrera 5 fois avant que la corde entière qu'ils mettent en mouvement soit revenue au point de départ, c'est-à-dire avant qu'elle ait achevé une vibration double ou deux oscillations. Les trois sons seront entr'eux comme *longueur* 20 : 5 : 4. Les deux plus graves comme 20 : 5 = 4 : 1, ou, en vibration, 1 : 4, dans l'ordre suivant :



85. *Application aux consonnances.* — Faisons l'application de cette théorie à toutes les consonnances directes : Nous voyons d'abord que toutes les fois que le terme grave en vibration est l'unité, il ne peut y avoir un troisième son produit, puisque la multiplication par 1 ne change pas le nombre. Ainsi, par exemple, les consonnances d'octave, de douzième, etc., où le terme au grave est l'unité, ne produisent rien. Toutefois le son grave est renforcé par l'autre son consonnant ; car, dans l'octave, par exemple, la corde 1 vibrant deux fois dans la corde 2, ajoute à la force motrice de cette corde 2 qui vibre une fois.

86. Parcourant de la même manière les autres consonnances, nous trouvons les résultats ci-après :

INTERVALLE des sons simultanés.	EXEMPLES en longueurs de cordes.	PRODUIT ou valeur du troisième son.	SÉRIE des trois sons en longueurs.	SÉRIE en vibrations.	INTERVALLE que forme le troisième son au-dessous du plus grave des deux sons simultanés
Quinte	UT — SOL 3 : 2	6	6 : 3 : 2 : 1	UT — UT — SOL 1 : 2 : 3	Octave 1 : 2
Quarte	SOL — UT 4 : 3	12	12 : 4 : 3 : 1	UT — SOL — UT 1 : 3 : 4	Douzième 1 : 3
Tierce majeure	UT — MI 5 : 4	20	20 : 5 : 4 : 1	UT — UT — MI 1 : 4 : 5	Double octave 1 : 4
Tierce mineure	MI — SOL 6 : 5	30	30 : 6 : 5 : 1	UT — MI — SOL 1 : 5 : 6	Dix-sept.e maj^re^ 1 : 5

En continuant de cette manière dans tous les cas possibles des intervalles dont le rapport serait exprimé par les nombres les plus simples, nous trouverons toujours l'unité pour l'expression du troisième son produit au grave.

87. ***Suite des considérations sur la production du troisième son.*** — Si nous observons de plus que chacun des deux sons est nécessairement accompagné de ses aliquotes à l'aigu, et que la simultanéité de ses aliquotes reproduit au grave pour chacune un troisième son, nous verrons qu'au-dessus du son 1, qui est le plus grave, se forme d'abord un nouveau 2 qui représente le produit de la première aliquote de chacun des deux sons, c'est-à-dire de leur octave, et ainsi de suite.

Par exemple, dans la tierce mineure *mi sol*, *longueur* 6 : 5 ou 6/1 : 5/1, nous aurons en longueur de corde :

Produits du troisième son au grave.	Sons simultanés	Aliquotes à l'aigu.
$\frac{30}{1}$ $\frac{30}{2}$ $\frac{30}{3}$ $\frac{30}{4}$	SOL $\frac{5}{1}$	$\frac{5}{2}$ $\frac{5}{3}$ $\frac{5}{4}$ etc.
	MI $\frac{6}{1}$	$\frac{6}{2}$ $\frac{6}{3}$ $\frac{6}{4}$ etc.

Ou bien, en renversant les fractions pour avoir la même série en vibrations :

				MI,	SI,	MI etc.
1, 2, 3, 4,	5,	———		10,	15,	20 etc.
	—		6, —	12,	18,	24 etc.
UT, UT, SOL, UT,	MI,		SOL,	SOL,	RÉ,	SOL etc.

Nous voyons qu'il se forme au grave autant de fois un troisième son qu'il en faut pour remplir la série entière, depuis l'unité jusqu'au nombre qui exprime le plus grave des deux sons entendus simultanément.

Car de même que 5:6 ont produit au grave le son		1 *ut*.
Leur double	10:12 produira	2 *ut*, octave.
Leur triple	15:18	3 *sol*, quinte.
Leur quadruple	20:24	4 *ut*, doub. oct.

Donc, en principe général, deux sons quelconques entendus simultanément tendent à compléter au grave la série entière des sons, dans l'ordre des aliquotes, à partir du son 1.

Nous disons *tendent* à produire; car, malgré la rigueur du principe mathématique, pour que cette production se réalise physiquement, il faut d'abord que les deux sons primitifs soient assez forts et assez prolongés pour mettre en mouvement les cordes sonores qui les réunissent, lesquelles, au lieu de vibrer sous l'influence immédiate du corps sonore, vibrent seulement par la rencontre d'une portion des rayons sonores partis du centre, et par conséquent nous apportent un son beaucoup plus faible. Il faut encore que ce son faible qui, comme nous le voyons au tableau (§ 86) ci-dessus, est d'autant plus abaissé au grave que le rapport des deux sons principaux est moins simple, ne soit pas descendu au-dessous de la limite des appréciables, c'est-à-dire de 32 vibrations au plus bas. Encore, à cette limite, et même au-dessus, sa faiblesse pourrait le rendre trop sourd. Voilà pourquoi les deux sons primitifs ne peuvent être pris dans les octaves basses du clavier.

Nous voyons donc comment la simultanéité de deux sons à l'aigu, forts, justes et prolongés, produit au grave un troisième son faible et sourd, qui, par le nombre de ses vibrations, représente le premier terme de la série des aliquotes à laquelle appartiennent les sons aigus, et de plus tend à produire tous les autres termes intermédiaires. (1)

---

(1) On raconte que Chérubini, assistant à une répétition, interrompit l'orchestre pour faire remarquer une note qu'il entendait et qui n'était pas dans la partition. Les exécutants furent bientôt justifiés. Cette théorie du troisième son n'est donc pas indifférente aux compositeurs, et peut leur expliquer des effets bien observés sans doute, mais sans connaissance de cause.

89. *Cas dans lesquels se produisent les battements.* — Mais si les deux sons aigus, au lieu d'être en consonnance juste, présentent une légère différence qui fasse dévier l'un des deux de cette justesse, qu'arrive-t-il? L'oreille nous l'apprend. Il se forme des battements sur le troisième son au grave, et c'est même alors que ce troisième son est plus facile à saisir; car, tant qu'il est juste et parfaitement harmonique avec les deux autres, il se confond trop aisément dans cet effet général harmonique, dans cette fusion parfaite des sons, laquelle ne permet pas de le bien distinguer.

C'est quand ce son se produit et se fond bien dans les deux autres, que l'artiste juge que son instrument est bien accordé. Il tourne la cheville jusqu'à ce que les battements disparaissent.

90. Nous dirons donc que. dans le cas où l'intervalle consonnant n'est pas rendu avec justesse, il y a battement sur le troisième son au grave.

Ces battements supposent qu'il se produit au grave deux sons voisins de l'unisson, et entre lesquels il se trouve une différence de vibrations double du nombre des battements. Mais nous ne savons pas quel est le nombre des vibrations qui forme l'altération de l'intervalle dans les sons aigus, ni sur lequel des deux sons porte cette différence; nous ignorons encore si cette différence est en plus ou en moins.

91. *Lois du phénomène des battements.* — Examinons donc le phénomène et calculons en les lois dans ces différents cas, afin de trouver la règle qui devra nous conduire.

Nous prendrons pour exemple l'intervalle consonnant de tierce majeure *ut - mi, vibr.* 4 : 5, produit par les vibrations 400:500, et nous supposerons successivement, dans chacun de ces sons, une altération de deux vibrations soit en plus soit en moins. Pour l'examen de chacun de ces quatre cas, il suffira de comparer les longueurs des cordes du troisième son au grave.

Or, quand il s'agit de la tierce majeure, le troisième son au grave

qui, d'après les vibrations est $1\left\{\begin{array}{l}5\ \textit{mi}\\ 4\ \textit{ut}\\ 1\ \textit{ut}\end{array}\right.$ c'est-à-dire, le 1/4 du son inférieur et le 1/5 du supérieur, est, à l'inverse, d'après les longueurs des cordes, $20\left\{\begin{array}{l}4\ \textit{mi}\\ 5\ \textit{ut}\\ 20\ \textit{ut}\end{array}\right.$ c'est-à-dire, le quadruple de la corde basse, et le quintuple de la corde supérieure. D'après les nombres de vibrations supposées, le troisième son au grave sera donc en vibrations :

$$100\left\{\begin{array}{c}500\\ 400\\ 100\end{array}\right\} \text{ ou, en longueurs de cordes : } 2000\left\{\begin{array}{r}400\\ 500\\ 2000\end{array}\right.$$

Il ne s'agit plus que de comparer la corde 2000 avec celle qui résultera de l'altération dans les différents cas.

92. 1er. cas . Altération de 2 *vibrations en plus* à la corde supérieure *mi* devenue 502 vibrations.

Par le renversement, les longueurs de corde seront comme $\left\{\begin{array}{l}400\\ 502\end{array}\right.$ Donc la longueur de la corde du troisième son au grave ou la corde fausse sera le quadruple de 502 ou 2008, corde fausse comparée à la corde 2000, corde vraie.

Différence.........	Vibrations,	8
	Battements,	4

93. 2e cas. Même altération *en moins* à la même corde *mi* devenue 498.

Par le renversement, les longueurs seront comme $\left\{\begin{array}{l}400\\ 498\end{array}\right.$ La longueur de la corde du troisième son au grave, corde fausse, quadruple de 498 sera 1992, corde fausse comparée à la corde 2000, corde vraie,

Différence...........	Vibrations,	8
	Battements,	4

94. 3e. cas. Même altération *en plus* à la corde inférieure *ut*, devenue 402.

Par le renversement, les longueurs seront comme { 402 / 500 }

La longueur de la corde du troisième son au grave, corde fausse,

quintuple de 402	2010, corde fausse,
comparée à la corde	2000, corde vraie,
Différence......... Vibrations,	10
Battements,	5

95. 4e. cas. Même altération *en moins* à la corde inférieure *ut*, devenue 398.

Par le renversement, les longueurs seront comme { 398 / 500 }

La longueur de la corde du troisième son au grave, corde fausse,

quintuple de 398	1990, corde fausse,
comparée à la corde,	2000, corde vraie.
Différence......... Vibrations,	10
Battements,	5

96. Pour avoir, ainsi que nous l'avons fait ci-dessus, le total de la différence de la corde fausse au grave comparé à la corde vraie, l'opération se réduit à multiplier la différence 2 qui est dans la corde altérée par celui des deux termes du rapport qui exprime la corde juste, c'est-à-dire, si l'altération est en haut sur le terme correspondant à 5, on la multiplie par l'autre terme 4, et si elle est en bas sur le terme correspondant à 4, on la multiplie par l'autre terme 5.

97. *Règle pour trouver les battements d'après l'altération des consonnances.* — Donc, en général, dans les consonnances altérées par un nombre donné de vibrations *en plus ou en moins*, pour avoir les battements du troisième son au grave, il suffit de connaître le rapport simple de l'intervalle dont il s'agit, et de multiplier la moitié du nombre des vibrations qui altère une corde par le terme du rapport simple qui correspond à la corde non altérée.

Cette règle sert pour tous les cas et pour toutes les consonnances.

Le moyen le plus simple pour éclaircir cette règle, est d'y appliquer

les mêmes exemples des quatre cas ci-dessus détaillés, mais en les dégageant de la transformation que nous leur avons fait subir *en longueurs de cordes*, pour la démonstration des battements, savoir :

TIERCE MAJEURE. Termes du rapport.	Exemple non altéré.		1er	2e	3e	4e cas
5	500	Altérations	502	498	500	500
4	400		400	400	402	398

	1er	2e	3e	4e cas
Nombre de vibrations simples produites par l'altération	2	2	2	2
Moitié	1	1	1	1
A multiplier par le chiffre du terme non altéré	4	4	5	5
Produits ou battements	4	4	5	5

Autre exemple :

Soit la *quinte altérée* 434 : 656, quels battements donnera-t-elle ?

Termes du rapport.	Intervalles non altérés.	Exemple donné.		
3	651	656	Excédant ou altération	5
2	434	434	Moitié	2 1/2
			A multiplier par	2
			Produits ou battements	5

98. Donc, le nombre absolu des vibrations de chacune des deux cordes n'entre pour rien dans le calcul, puisqu'il n'est question que du rapport simple de l'intervalle non altéré, et de la différence qui produit l'altération.

Donc, un même nombre de vibrations en plus ou en moins, produisant l'altération d'un même intervalle consonnant, donnera, sur

le troisième son au grave, un même nombre de battements, soit que cette consonnance soit prise dans le milieu, dans le haut ou dans le bas du clavier.

Donc, dans une même consonnance, un même nombre de vibrations employé de la même manière, pour altérer l'une des deux cordes, ne produit pas toujours le même effet sur le troisième son au grave, quand l'altération se porte sur la corde supérieure ou sur la corde inférieure ; car le nombre de vibrations doit être calculé par un terme qui n'est pas le même dans les deux cas. (§ 96).

99. L'examen des quatre cas calculés ci-dessus présente encore les résultats ci-après :

L'altération par un même nombre de vibrations en plus ou en moins sur une même corde ne change rien au nombre des battements du troisième son au grave, puisque les deux premiers cas donnent chacun 4 battements, et les deux derniers donnent chacun 5 battements. Quand l'altération a été faite en moins dans l'une des deux cordes, le troisième son faux au grave est plus haut que le troisième son vrai.

100. ***Règle inverse pour conclure l'altération d'après les battements.*** — Puisque nous avons trouvé la règle d'après laquelle, partant d'un nombre donné d'altération d'une consonnance, nous pouvons conclure le nombre de battements qui en résultera sur le troisième son au grave, en appliquant cette même règle à l'inverse, et partant d'un nombre donné de battements sur le troisième son au grave, nous pourrons conclure le mode d'altération de la consonnance.

101. Le nombre des battements étant doublé donnera le nombre de vibrations qui, sur le troisième son au grave font la différence entre la corde fausse et la corde vraie ; et, divisant ce même nombre de vibrations par le terme du rapport simple qui exprime, dans la consonnance, la corde non altérée, soit la corde inférieure, soit la corde supérieure, on retrouvera le nombre de vibrations qui produit, en plus ou en moins, l'altération de l'autre corde.

Par exemple, dans la consonnance altérée ***ut-mi***, 4 : 5, si nous en-

tendons au grave 4 battements, nous dirons : différence au troisième son 8 vibrations. Et si nous supposons que la corde *ut*, représentée par le terme 4 du rapport, est la bonne, nous dirons : 8/4 = 2 *vibrations* d'altération en plus ou en moins sur la corde *mi*. Si nous supposons au contraire que la corde *mi* est la bonne, nous dirons 8/5 de *vibrations* d'altération en plus ou en moins sur la corde *ut*.

Ou bien, si nous entendons au grave 5 battements, nous dirons : 10 *vibr.* différence au grave ; 10/5 = 2 *vibr.* d'altération en plus ou en moins sur le *mi ;* ou bien 10/4 = 2 1/2 *vibr.* en plus ou en moins sur l'*ut*.

Il ne reste plus qu'à savoir si l'altération est en plus ou en moins. Pour que cette dernière question soit décidée, il faut que l'oreille puisse discerner, dans le battement sur le troisième son au grave, la place de la corde juste.

Quand la corde vraie, troisième au grave, est la plus haute en vibrations, l'altération a été faite en plus ; quand la corde vraie est la plus basse, l'altération a été faite en moins. C'est donc une affaire de sentiment, de délicatesse d'oreille et d'habitude, à quoi on ne peut suppléer que par tâtonnement.

La distinction de la corde vraie d'avec la corde fausse, dans le battement au grave, suppose que l'on a d'avance déterminé sur lequel des deux sons à l'aigu porte l'altération ; car autrement, l'un ou l'autre indifféremment peut être pris pour le son non altéré. Ainsi, il faut savoir si la consonnance est accordée sur la corde inférieure ou sur la corde supérieure. Si la chose reste indéterminée, la question se résout de deux manières, suivant l'une ou l'autre de ces suppositions.

102. ***Recherche du mode d'altération qui produira 1 battement sur le troisième son.*** — Nous allons faire l'application de la règle ci-dessus (§ 96) aux consonnances, et chercher quel doit être, pour chacune d'elles, le mode d'altération qui produira un battement sur le troisième son au grave. Pour avoir deux, trois, quatre, etc. battements, il suffira de doubler, tripler, quadrupler, etc., le nombre de vibrations que nous avons fixé pour l'altération produisant un battement.

***TABLEAU** du nombre de vibrations, en plus ou en moins, produisant l'altération des consonnances, d'où résulte un seul battement ou deux vibrations de différence au grave* (§ 96).

NOTA. — Les consonnances d'octave, *vibrations* 1 : 2, de douzième, 1 : 3, de double octave 1 : 4 et, en général, tous les intervalles réduits à leur rapport le plus simple, dont le premier terme au grave est exprimé par l'unité, ne produisent pas de troisième son au grave. Mais pour produire un battement sur la corde inférieure (troisième son au grave), il faut changer le mode d'altération, suivant que les vibrations ajoutées ou retranchées portent sur la corde supérieure ou sur la corde inférieure. C'est pourquoi nous ajoutons ces intervalles au bas du tableau. Pour toutes les autres consonnances, le battement a lieu sur le troisième son au grave.

CONSONNANCES.		RAPPORT simple en vibrations.	NOMBRE DE VIBRATIONS ajoutées ou retranchées à la corde	
			supérieure. (2 divisé par le 1.er terme.)	inférieure. (2 divisé par le 2.e terme.)
Quinte	UT , SOL	2 : 3	2/2 = 1	2/3
Quarte	SOL , UT	3 : 4	2/3	2/4 = 1/2
Tierce majeure	UT , MI	4 : 5	2/4 = 1/2	2/5
Tierce mineure	MI , SOL	5 : 6	2/5	2/6 = 1/3
Sixte majeure	SOL , MI	3 : 5	2/3	2/5
Sixte mineure	MI , UT	5 : 8	2/5	2/8 = 1/4
Douzième ou quinte et octave	UT (*ut*) SOL	1 : 3	2/1 = 2	2/3
Dixième majeure ou tierce majeure et octave	UT (*ut*) MI	4 : 10 = 2 : 5	2/2 = 1	2/5
Dix-septième maj^re ou tierce maj^re et double octave	UT(*ut*, *ut*) MI	4 : 20 = 1 : 5	2	2/5
Unisson	UT UT	1 : 1	2	2
Octave	UT , UT	1 : 2	2	2/2 = 1
Double octave	UT (*ut*) UT	1 : 4	2	2/4 = 1/2

103. ***Métronome et son usage.*** — Jusqu'ici nous avons supposé qu'il s'agissait toujours d'un nombre de battements ou de vibrations pendant la durée juste d'une seconde, parce que c'est là en effet la mesure commune admise pour tous les sons.

Il faut donc avoir, dans la pratique, un moyen certain de s'assurer de la durée exacte du temps dans lequel s'effectue tel ou tel nombre de battements ou de vibrations.

On se sert d'un métronome qui consiste dans un petit pendule avec un poids mobile. Ce métronome effectue ses mouvements plus ou moins vite, selon qu'on raccourcit le pendule en élevant le poids, ou qu'on l'allonge par le moyen contraire.

La règle plate qui forme ce pendule est graduée, de bas en haut, depuis le N.° 40 jusqu'au N.° 90 (1), pour indiquer le nombre de mouvements depuis 40 jusqu'à 90 qu'il exécute dans une minute de temps. La graduation est faite de manière que l'intervalle d'un degré à un autre est divisé en dixièmes.

104. Supposons donc deux sons entendus simultanément, formant une consonnance altérée. Nous percevons les battements sur le troisième son au grave, et nous voulons en mesurer la durée pour savoir à quel nombre de vibrations par seconde ils correspondent.

Mettant le métronome en mouvement, et d'abord au N.° 60 ; si chaque mouvement coïncide exactement avec quatre battements, nous en concluons qu'il y a, sur le troisième son au grave, une différence de quatre battements ou 8 vibrations par seconde. Car, dans cet état de choses, le métronome fait 60 mouvements par minute ou un mouvement par seconde ; et, dans ce même temps, on perçoit quatre battements qui correspondent à une différence de huit vibrations. Puis, de ce nombre huit, nous concluons un nombre de vibrations qui produisent l'altération, en raisonnant comme il a été dit ci-dessus (§ 102) d'après l'espèce de consonnance, etc.

105. Mais si le nombre des battements ne coïncide pas exactement

---

(1) Dans son écrit imprimé à Essen en 1834, Scheibler donne le dessin de son métronome numéroté de 50° à 90°. Dans un autre écrit imprimé à Crefeld en 1836, il en donne un nouveau dessin, de grandeur naturelle, numéroté de 45 à 90. Enfin, dans son manuscrit, il le mentionne numéroté de 40 à 90.

avec un mouvement de métronome au N.° 60, il faut chercher le véritable N.° de la coïncidence, c'est-à-dire hausser ou baisser le poids. En le haussant, chaque mouvement est plus rapide, il en passe un plus grand nombre à la minute ; et, en le baissant, chaque mouvement est plus lent, il en passe un moindre nombre à la minute.

106. Si les vibrations qui ne coïncident pas exactement avec le N.° 60 coïncident par exemple avec le N.° 61, on fait le raisonnement suivant : Les 8 vibrations qui ont lieu pendant un mouvement au N.° 61 se font dans un temps plus court que la seconde de temps, puisque le mouvement du pendule est accéléré ; donc, dans la seconde juste, il s'en fera un plus grand nombre. En allant du N.° 60 au N.° 61, j'ai raccourci la durée de 1/60e ; donc je dois augmenter de 1/60e le nombre de vibrations qui correspondent au N.° 60.

Dans ce cas, j'aurai :

8 *vibrations* au N° 61 = 8 + 8/60 = 8 + 2/15 ou 1/7,5 au N° 60.

Si la coïncidence avait lieu au N.° 59, j'aurais eu à l'inverse, 8 — 1/7,5

107. Chaque degré au-dessus du N.° 60 ajoute en vibration 1/60 du nombre que l'on aurait eu au N.° 60. Chaque degré au-dessous du nombre 60 retranche en vibrations 1/60 du nombre que l'on aurait eu au N.° 60.

Pareillement, puisque le degré est divisé en 1/10e, chaque division de degré en-dessus ou en-dessous d'un numéro quelconque, ajoute ou retranche en vibrations 1/600 du nombre que l'on aurait eu à ce numéro.

108. Donc il est très-facile de réduire à la durée exacte de la seconde un nombre quelconque de vibrations à un numéro quelconque du métronome. Pour abréger les calculs, on peut recourir aux aliquotes en considérant qu'en général, supposant toujours 4 battements à un numéro quelconque, 60 *deg.* équivalent à 8 *vibr.*; 7 1/2 à 1 *vibr.*, 0,75 à 1/10 de *vibr.* Et à l'inverse, que

8	*vibr.*	correspondent	à 60°.
1	*vibr.*	id.	à 7° 1/2.
1/10	*vibr.*	id.	à 0°, 7 1/2.

109. *Conclusion.* — Nous tenons enfin toutes les notions préliminaires qu'il fallait avoir pour comprendre les travaux de Scheibler, pour examiner et juger les instructions qu'il a laissées par écrit, apprécier ce qu'il y a de neuf et d'heureusement inventé, et reconnaître aussi ce qu'il y a d'obscur, d'inexact ou de faux dans les principes théoriques dont il s'est aidé en aveugle, pour une pratique constamment juste ; enfin pour transformer des formules compliquées, proposées par tâtonnement et sans connaissance de cause, en formules très-simples et plus générales, immédiatement déduites d'une théorie démontrée.

110. Nous n'avons point connaissance du Mémoire qu'il a remis à l'Institut ; mais nous avons étudié soigneusement et analysé, pour notre compte, dans le plus grand détail, les écrits seulement à notre disposition, savoir :

1.° *Mittheilung über das Wesentliche des (bei Baedeker in Essen erschienenen) musikalischen und physikalisvhen Tonmessers, von Henrieh-Scheibler. Crefeld*, 1836, 14 pages.

Communication sur ce qu'il y a d'essentiel (dans la théorie et la pratique) sur le sonomètre musical et physique (qui a été mis au jour à Essen, chez Baedeker), par H. *Scheibler*, manufacturier en soieries à Crefeld, opuscule de 14 pages in-12.

2.° Un manuscrit en français, de 30 pages, de la main de Scheibler, intitulé : *Résumé du livre :* le Tonomètre physical et musical, *ou la manière de mesurer et de reproduire (visiblement à l'œil) les vibrations absolues des tons simples et de combinaison par les battements et le pendule, ainsi qu'une méthode facile de tempérer l'orgue sur les mêmes principes*, par Scheibler, etc. (1)

3.° Un Fragment, en allemand, détaché, lithographié, représentant la figure des battements, avec une explication en 12 lignes.

4.° Un grand *Tableau*, en allemand, présentant les opérations à exécuter par l'accordeur de l'orgue, d'après les calculs de l'auteur.

(1) J'écris Tonomètre quand je fais parler Scheibler d'après l'allemand Tonmesser, et j'écris Sonomètre quand je parle en français.



Nota. **Le premier de ces ouvrages mentionne deux autres opuscules du même auteur, qui doivent se trouver résumés dans le manuscrit (1).**

---

(1) De plus, nous avons maintenant à notre disposition :

1.° Le premier écrit de Scheibler, imprimé à Essen en 1834 ;

2.° Un petit travail de Loehr sur l'invention de Scheibler, imprimé à Crefeld en 1837. Il y reproduit sans discussion *la fausse théorie des sons de combinaison ;*

3.° Un recueil des écrits de Scheibler, imprimé après sa mort, à Crefeld, en 1838.

Nous ne faisons aucun usage de ces ouvrages pour le but que nous nous proposons, puisque dans le manuscrit de l'auteur, à Paris, en 1836, nous trouvons tout ce qu'il a jugé nécessaire. Mais on y voit confusément arrangées un assez grand nombre de *variantes,* de questions accessoires (la plupart déjà traitées dans le Mémoire de M. Vincent) et d'observations intéressantes pour la pratique.

Si dans notre présent travail, uniquement destiné à éclaircir la théorie, nous élaguons ces détails, il n'en sera pas moins nécessaire de les recueillir lorsqu'on s'occupera de composer un *Manuel théorique et pratique à l'usage des accordeurs d'orgue et de piano par la méthode de Scheibler.* Ce serait un grand bienfait pour les artistes et surtout pour les habitants des petites villes de province et des maisons de campagne éloignées des villes. Nous avons vu à quelles extrémités on y est presque toujours réduit par le défaut d'accordeur.

La composition d'un tel ouvrage exige le concours simultané de théoriciens *sachant et voulant se mettre à la portée de tout le monde,* de facteurs expérimentés tant pour l'orgue que le piano, et déjà familiarisés avec la pratique Scheibler, et enfin de fabricants de fourchettes opérant sous leur direction, avec la précision requise.

Par une heureuse coïncidence, toutes ces conditions indispensables nous paraissent en ce moment remplies, et, pour ainsi dire, accomplies déjà pour une telle collaboration, par les rapports établis entre un professeur tel que M. Lissajous, des facteurs tels que M. Aristide-Cavalier Coll qui a reçu de Scheibler lui-même, en 1836, les directions primitives ; de M. Wolfel, qui, ne pouvant à aucun prix se procurer d'Allemagne les appareils nécessaires, a renouvelé pour son compte les travaux de l'inventeur, en se pénétrant de sa théorie et fabriquant dans ses ateliers le sonomètre et les appareils au moyen desquels il donne à ses pianos la perfection de l'accord ; enfin de M. Secrétan, successeur de M. Lerebours, déjà occupé pratiquement de ces questions.

Il ne faut ni plus ni moins que cette réunion d'hommes spéciaux et seuls, pour ainsi dire (depuis l'éloignement de M. Marloye et la mort de MM. Savart), en possession de cette science théorique et pratique, pour satisfaire à un besoin si général.

L'approbation des artistes ne peut-être douteuse. Nombre d'opuscules allemands sont remplis des éloges donnés à l'accord Scheibler, notamment par le chevalier Neukomm qui, dès la première annonce, s'était rendu de Londres en Allemagne pour en vérifier le mérite et s'est plu à le proclamer hautement. Il a même donné expressément une pièce d'harmonie modulée pour la vérification de cet accord.

SECONDE PARTIE.

EXAMEN RAPIDE DES ÉCRITS DE SCHEIBLER MENTIONNÉS AU § 110.

111. Après avoir présenté avec détail, d'après les principes élémentaires de l'acoustique, dans la théorie des ondes sonores et des cordes vibrantes et la production du troisième son, les causes et les effets des *battements*, desquels, avec un bonheur infini, Scheibler a déduit une méthode neuve et infaillible pour l'accord rigoureusement exact des instruments de musique, méthode que pourtant il ne savait expliquer d'une manière satisfaisante, il semblerait à propos de donner un aperçu de ses idées particulières par l'analyse de ses opuscules.

Mais ce serait refaire, sans utilité réelle, le travail pénible et fastidieux auquel nous nous étions résigné par le désir curieux de voir le fond de ses raisonnements et la cause de ses illusions.

Nous nous bornerons donc à mentionner ici les principales remarques écrites par nous en 1837, dans l'examen analytique des écrits de Scheibler.

112. 1.° Son écrit en allemand intitulé : *Communication sur le Tonomètre, etc.* Première observation. §§ 1,2 et 3. — Les idées contenues dans ces paragraphes sont simples et facilement saisies quand on possède les notions préliminaires que nous avons établies Mais, pour un lecteur pris au dépourvu, elles présentent des énigmes qui l'arrêteraient à chaque mot.

113. Deuxième observation. § 7. — C'est ici l'idée capitale de l'inventeur, sur laquelle est fondé le mérite réel de son invention, savoir : que l'*œil*, discernant de simples mouvements de pendule, conduit à des résultats d'une justesse que l'*oreille* la plus délicate n'obtiendrait jamais par la simple sensation de l'unisson ou d'une consonnance quelconque. Et en effet, nous avons vu chez Scheibler des musiciens dont l'oreille était fort exercée, ne pouvoir prononcer sur une différence de deux sons donnés par des fourchettes d'acier qui leur semblaient à l'unisson parfait, tandis que Scheibler, au moyen des battements, leur prouvait qu'il y avait une différence, l'évaluait en vibrations et la faisait disparaître à volonté.

114. Troisième observation. (Suite du § 7.) — L'auteur indique ici très-brièvement une manière d'accorder un piano dans le tempérament égal, au moyen de 6 fourchettes ajustées plus bas, de manière à produire chacune 4 battements sur les sons à accorder ; savoir : *la* (diapason), *si*, *ut* ♯, *ré* ♯, *mi* ♯, *fa* ♯♯ (*sol*). Nous croyons utile de développer ici ce procédé expéditif (1).

On accordera ces six cordes, ainsi que leurs octaves supérieure et inférieure. Et comme, de l'une à l'autre, il y a un intervalle d'un ton majeur, produit de deux quintes, la note intermédiaire ou la quinte, s'accordera facilement d'oreille entre la quinte supérieure et la quinte inférieure. La quinte se trouvera plus faible en montant et plus forte en descendant, comparée à la quinte juste.

---

(1) Scheibler, en quittant Paris, avait laissé à l'un de ses compatriotes six fourchettes ainsi ajustées ; celui-ci les a emportées en pays étranger. M. Wolfel les a fabriquées pour son compte, ainsi qu'un autre appareil complet de douze fourchettes pour accorder par battements toutes les cordes. Ce double moyen avait été indiqué d'après Scheibler, dans l'opuscule de Loehr.

M. Wolfel y ajoute une graduation sur l'une des branches de la fourchette, dont il varie le diapason au moyen d'un curseur qui s'arrête à la ligne indiquée, pour accélérer ou ralentir les vibrations dans une proportion déterminée. La variation est justement d'un demi-ton, et peut se diviser en douze parties.

Voici la disposition dans l'étendue de l'octave intermédiaire :

ÉCHELLE des douze degrés chromatiques.			SIX FOURCHETTES ajustées à 4 batt. (degrés impairs).	SIX SONS INTERMÉDIAIRES accordés d'oreille. (degrés pairs.)		
0	LA octave.					
12	SOL♯	LA♭		UT♯♯	RÉ	6
11	FA♯♯	SOL	——●			
10	FA♯	SOL♭		SI♯	UT	4
9	MI♯	FA	——●			
8	MI			LA♯	SI♭	2
7	RÉ♯	MI♭	——●			
6	RÉ			SOL♯	LA♭	12
5	UT♯	RÉ♭	——●			
4	UT			FA♯	SOL♭	10
3	SI		——●			
2	LA♯	SI♭		MI		8
1	LA diapason.		——●			

Cette manière d'accorder est un dédoublement du procédé connu qui consiste à partager l'octave en trois tierces majeures fortes. Elles fournissent trois points fixes entre chacun desquels il y a deux quintes à accorder (1).

115. Quatrième observation. — Les §§ 8, 9, 10 et 11 renferment

(1) C'est à cette partition au moyen de trois tierces majeures fortes, que donne la préférence M. Herlan dans sa *Monothésie musicale* (*Lois du chant d'église et de la musique moderne*, chez Didron), ouvrage aussi intéressant par ses détails acoustiques que par l'art admirable et l'enchaînement logique avec lesquels l'auteur expose des théories et des observations neuves et curieuses

ce qu'il y a de capital dans la pratique de Scheibler, et montrent la grave méprise qu'elle suppose. Cette méprise est l'une des principales causes de l'impossibilité où se sont trouvés les théoriciens de premier ordre de le comprendre, parce qu'ils voyaient que des résultats reconnus justes et hors de doute ne se rattachaient point chez lui à une théorie rationelle.

116. En effet, Scheibler, en faisant la découverte de ce qu'il nomme les ***sons de combinaison,*** n'a fait autre chose que de montrer le ***troisième son au grave*** qui résulte de la coïncidence de deux sons entendus simultanément à l'aigu en consonnance juste, phénomène vulgairement connu sous le nom de ***son de Tartini.*** Avant Tartini, Sauveur l'avait remarqué; mais Tartini l'a rappelé de nouveau d'une manière assez vague. Les musiciens s'en sont occupés depuis, les acousticiens en parlent peu, et nous n'en avons trouvé d'explication lumineuse que dans l'ouvrage de Riccati (§ 74). Seulement, Scheibler, sans le savoir, en a observé les conditions pratiques avec infiniment plus de détail et d'étendue, il a généralisé l'observation et il en a imaginé des applications précieuses à la mesure exacte des sons.

117. Cinquième observation. — Ces observations sur le mérite et les défauts de la théorie de Scheibler se reproduisent dans l'examen des deux tables qui accompagnent ces §§. (Nous supprimons ce détail.)

118. Sixième observation. § 15. — L'auteur dit naïvement : « Si ces combinaisons et leurs valeurs telles que nous les trouvons » n'étaient pas exactes, ces calculs ne pourraient pas réussir dans » toutes les circonstances et dans tous les changements. »

C'est-à-dire : ***La preuve que nos calculs sont bons, c'est qu'ils réussissent.***

C'est ainsi que l'auteur, rassuré par la certitude d'être arrivé au but, se fait illusion sur la valeur des expédients au moyen desquels il l'atteint.

119. Tel est, en effet, le caractère distinctif du procédé de Scheibler : ***l'œil*** juge la coïncidence des mouvements du balancier avec le

retour périodique des battements, et *l'oreille*, sans s'inquiéter de l'appréciation des intervalles, *ni même écouter les sons*, n'a qu'à compter les battements. D'où il suit qu'avec l'oreille la plus fausse et qui n'est capable que d'entendre et compter les battements, et seulement la précision du coup d'œil nécessaire pour observer les mouvements du balancier, on peut donner à l'accord de l'instrument un degré d'exactitude inconnu jusqu'à ce jour (1).

120. Suite du § 15. — Scheibler nous apprend que dans l'assemblée des *naturalistes* allemands à Stuttgard, en 1834, on a décidé que le diapason normal pour l'Allemagne serait fixé à 880 vibrations. Ce nombre est bien choisi pour la commodité des calculs (2).

D'après ce nombre 880 pour le *la* diapason, l'*ut*, tierce mineure au-dessus, dans sa proportion de 5 : 6 = 1056 vibrations. Ce nombre rabaissé de 5 octaves ou divisé par 32, donnerait 33 vibrations pour l'*ut* le plus grave (§ 14).

Scheibler, terminant son opuscule allemand, met sur la voie de la construction d'un *sonomètre*.

---

(1) *Extrait de la notice sur Watt, par M. Arago, dans l'Annuaire de* 1839 :

« Confiant dans les ressources de son imagination, Watt paraissait se complaire dans les entreprises les plus difficiles, et auxquelles on devait le supposer le moins propre. Croira-t-on qu'il se chargea d'exécuter un orgue, lui, totalement insensible au charme de la musique, lui, qui même n'était jamais parvenu à distinguer une note d'une autre, par exemple l'*ut* du *fa* ? Cependant ce travail fut mené à bon port. Il va sans dire que le nouvel instrument présentait des améliorations capitales dans sa partie mécanique, dans les régulateurs, dans la manière d'apprécier la force du vent ; mais on s'étonnera d'apprendre que ses qualités harmoniques n'étaient pas moins remarquables et qu'elles charmèrent les musiciens de profession. Watt résolut une partie importante du problème ; il arriva au *tempérament* assigné par un homme de l'art, à l'aide du phénomène des battements, alors assez mal apprécié, et dont il n'avait pu prendre connaissance que dans l'ouvrage profond, mais très-obscur, du docteur Robert Smith, de Cambridge. »

(2) En ce moment, à Paris, des artistes se concertent pour réclamer *l'unité du diapason*. Ils ne pouvaient choisir un meilleur organe que M. Adrien de la Fage. Son premier article sur cette question dans la *Gazette musicale* est des plus curieux. Il y montre comment, six siècles avant notre ère, la Chine avait fixé son *diapason normal*, et, sur ce même type, pris dans la nature, avait en même temps fondé son système d'*unité métrique*.

121. 2.° *Manuscrit écrit en français par Scheibler* (1).

Première observation. — Il rectifie quelques endroits de l'opuscule allemand,

(Citation.). Il donne le motif et le but de son travail en ces termes :

« Jusqu'à ce jour , on n'était point parvenu à déterminer d'une » manière sûre le nombre absolu des vibrations d'un son , et bien » moins encore à accorder sur un instrument de musique une échelle » ou gamme dont l'exactitude fût incontestable.

» Après vingt années d'essais et de persévérance, j'ai atteint ce » double but avec un degré de précision qu'on obtient rarement » dans les expériences physiques.

» La direction d'une grande manufacture ne m'a pas laissé le temps » d'étudier la physique ; seulement je savais qu'il n'existe pas de » *tonomètre* dans le sens que j'attache à ce mot. J'ignore absolument » quels ont été les travaux des savants sur ce sujet. L'idée qui a » dirigé mes recherches est celle-ci :

» Dans la comparaison des sons, l'exactitude géométrique de leurs » rapports ou de leurs valeurs absolues n'est indiquée par aucun » signe mesurable, mais bien l'inexactitude de leurs rapports, ou la » différence de leurs valeurs absolues. Il faut donc chercher à con- » naître d'après quelles lois cette inexactitude se manifeste , et me- » surer ainsi l'exactitude par l'inexactitude. »

122. Deuxième observation. — Le sonomètre de Scheibler se compose de 52 fourchettes. Il y a une échelle du tempérament égal et une autre échelle où chaque son *est plus bas de 4 battements* que le son correspondant dans l'autre échelle. Cette dernière échelle est destinée

---

(1) Scheibler s'étant aperçu de l'insuffisance de son opuscule écrit en allemand, et animé d'un vif désir de faire connaître sa découverte en France, avait rédigé à la hâte une instruction en français, un peu plus développée, que nous avons en manuscrit. Elle n'a aucune forme régulière, et présente un pêle-mêle de diverses observations desquelles nous avons extrait les principales, qui ajoutent des idées nouvelles à celles déjà mentionnées d'après l'opuscule allemand.

à régler (sur les instruments) la première , en ôtant ou ajoutant des différences pour produire l'échelle tempérée, en se réglant d'après les battements du métronome.

Ces 52 sons présentent tous entre eux une différence de 4 battements par seconde. (1)

123. Troisième observation. — « En comparant, dit-il, la vitesse » des battements pendant 50 à 60 secondes, avec les mouvements du » métronome à tel ou tel numéro, on distingue assez bien si 4 batte- » ments ont lieu au N.° 60 , par exemple, ou au N.° 60,1. On dis- » tingue donc une différence de 1/75 de vibration. »

Ce dernier chiffre est juste. Car, en allant du N.° 60 au 60,1, on raccourcit le pendule et l'on ajoute 1/600 en vibrations (§ 107). Or, puisqu'au N.° 60 on suppose 4 battements ou 8 vibrations, le N.° 60,1 fera sentir la différence d'un 600e de 8 ou d'un 75.e de une vibration.

» Et cela, continue-t-il, aussi bien sur un son de 5000 que sur » un autre de 100 vibrations. »

» Aussi sur 60 relevés de mon tonomètre, la plus grande différence » entre leurs résultats n'est que de 28/100 de vibration. »

124. Quatrième observation. — Dans une note explicative de l'usage et de la graduation du métronome, il insiste sur l'avantage de simplifier les opérations des calculs et d'éviter les réductions continuelles de vibrations en numéros de pendule. Pour cela, il conseille de formuler les échelles et tous les calculs en degrés de pendule de 6600 degrés correspondant à 880 vibrations, dans le rapport de 7,5 : 1.

Nous n'avons pas besoin de chercher ici d'abréviations, et nous ne conseillons pas d'écrire *des degrés de pendule* quand on voudra présenter à l'esprit des idées *de vibration*.

125. Cinquième observation. — Scheibler, à notre demande, a

---

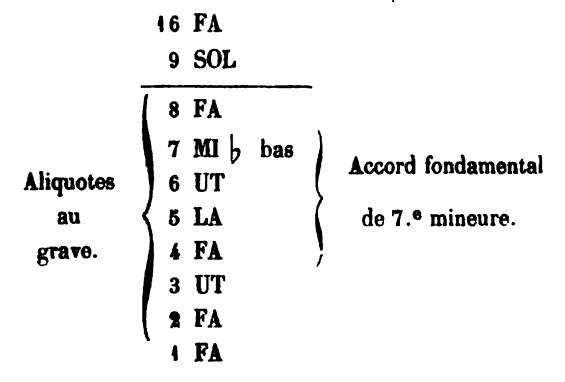
(1) Le calcul détaillé de ce sonomètre à 52 fourchettes se trouve dans l'écrit de 1834, (page 30), de Scheibler. Il est expliqué par M. Vincent, page 38 du tiré à part. Celui de M. Wolfel est à 57 fourchettes, et pareillement décrit par M. Vin- [illegible] 39.

ajouté (sur une feuille détachée) ses calculs pour obtenir ***les sons de combinaison*** de la septième mineure, intervalle qu'il n'avait pas mentionné.

Il l'a établi à la distance de deux quartes ***la, (ré), sol,*** 9 : 16 (1).

D'après notre théorie, ces deux sons engendreraient au grave la série entière des aliquotes dont les deux extrêmes 1 : 16 sont à 4 octaves l'une de l'autre, ainsi qu'il suit :

Intervalle de septième mineure, valeur de deux quartes.



Renversement de cette septième mineure en seconde majeure.

9 SOL
8 FA

Aliquotes au grave. {
7 MI ♭ bas
6 UT
5 LA
4 FA
3 UT
2 FA
1 FA
}

(7 MI ♭ bas – 4 FA) Accord fondamental de 7.e mineure.

---

(1)
4 . 16
4 . 3 . 12
3 . 9

Intervalle de septième mineure harmonique, pratiqué seulement sur le cor, la trompette, etc. (1).

	7	FA trop bas
	4	SOL
Aliquotes	3	RÉ
	2	SOL
	1	SOL

Renversement de cette 7.e harmonique en 2.e

	8	SOL	
	7	FA bas	Accord fondamental de 7.e harmonique.
Aliquotes	6	RÉ	
	5	SI	
	4	SOL	
	3	RÉ	
	2	SOL	
	1	SOL	

126. *(Citation.)* Scheibler insère des observations de détail fort utiles sur l'emploi pratique des fourchettes, ainsi qu'il suit :

« Les fourchettes avec lesquelles on fait les expériences doivent

(1) Nous ajoutons ces détails, parce qu'à Lille, dans des expériences récentes, M. Delezenne a attiré l'attention sur cet intervalle de 7.e mineure qu'il calcule, pour la plus grande satisfaction de l'oreille dans la *pratique* musicale, sur la tierce mineure juste au-dessus de la quinte juste, savoir : 5 : 9, que nous représenterons de la manière suivante :

	6	18	FA
3	5	15	RÉ
2		10	SOL

Ainsi, voilà quatre espèces de 7.e mineure à comparer, savoir :

1.° L'harmonique ou de la résonnance........	4 : 7	=	40 : 70
2.° Celle de deux quartes......................	9 : 16	=	40 : 71,11
3.° Celle de la tierce mineure juste sur la quinte juste..	5 : 9	=	40 : 72
4.° La 7.e mineure *sol, fa* du tempérament égal *sol, fa*.	784 : 5584	=	40 : 71,27

» sonner pendant une minute. On en prolonge le son en les vissant » sur une cheville de bois de 5 pouces de hauteur. Au gros bout de » cette cheville est adapté un pas de vis dans un écrou en cuivre.

» Sur le manche de la fourchette est vissé très-solidement un » manche en bois, afin que, dans les expériences, on puisse toujours » se dispenser de toucher la fourchette elle-même, c'est-à-dire la » partie métallique (1).

» Après avoir vissé la fourchette sur la charnière, on plante l'en- » semble dans de petits trous sur une table d'harmonie. On frappe les » fourchettes avec une baguette en baleine dont un bout est garni » d'une vingtaine de rondelles de drap, serrées entre deux rondelles » plus petites de cuir.

» Si l'on tient à la main les branches d'une fourchette pendant une » minute, le métal s'échauffe, et il lui faut environ quinze jours pour » revenir à la même température qu'elle avait auparavant, et pour » faire les mêmes battements. Aussi ne faut-il pas faire deux expé- » riences le même jour avec la même fourchette.

» 20 degrés de chaleur, thermomètre Réaumur, en plus, font » descendre mon *la* diapason de 17,8 du pendule, etc. »

127. Sixième observation. — Suit une grosse erreur de calcul commise par mégarde et qui a beaucoup exercé ma patience. (2)

128. *(Citation.)* — L'auteur poursuit ainsi :

« Faute de loisir, ces expériences n'ont pas été assez souvent ré- » pétées pour que j'en puisse déduire une loi générale. De plus, le » poids des fourchettes n'a pas été pris en considération. »

---

(1) Scheibler donne ici plusieurs dessins relatifs à son appareil, lesquels ont été reproduits dans le mémoire de M. Vincent. M. Vincent a transcrit en entier la description d'une mécanique très-commode et peu dispendieuse qu'il convient d'appliquer à l'extrémité supérieure des tuyaux pour les accorder plus facilement, surtout quand il s'agit de la formation des sons auxiliaires (§ 136).

(2) M. Vincent, qui l'a également reconnue, la signale page 60 (du tiré à part) de son Mémoire. Il s'agit de faire servir le ton de la fourchette à évaluer la température, idée bien digne de remarque.

129. **Septième observation.** — Scheibler a si bien senti la nécessité de soustraire ses fourchettes à l'influence atmosphérique, qu'il prend la précaution (ainsi que nous l'a dit M. Neukomm) de les tenir constamment plongées dans le mercure, hors le temps des expériences.

Au reste, c'est peut-être dans la considération de ce moyen d'évaluer des températures par des vibrations que M. Savart a entrevu dans cette ébauche d'expériences (ainsi qu'il nous l'a dit lui-même) une bien plus haute portée que Scheibler ne le soupçonnait peut-être.

130. Huitième observation. — L'auteur réunit ici ses observations sur le nombre absolu des vibrations calculées par lui de divers diapasons pris aux meilleures sources. (Le tableau en a été reproduit par M. Vincent.)

Pour faire un diapason, dit-il, en terminant, il faut le faire d'après des battements, si l'on veut qu'il soit exact.

131. *(Citation.)* Ailleurs il dit :

« M. Spohr, maître de chapelle de Hesse-Cassel, non moins
» célèbre comme virtuose sur le violon, que comme compositeur,
» après avoir examiné très-scrupuleusement un forté-piano et un des
» orgues d'église de cette ville, tempérés d'après mes procédés, a
» trouvé ce tempérament si juste, qu'il a craint qu'on ne voulût plus
» entendre de musique d'orchestre, si l'on avait souvent occasion
» d'entendre de la musique exécutée sur des instruments accordés
» avec une telle précision. »

132. *(Citation.)* « La méthode d'accorder par les battements, outre
» son exactitude, présente encore cet avantage, qu'en tout temps on
» peut faire une révision sur des données positives, et corriger les
» différences survenues, sans toucher aux tons qui n'ont point
» changé. »

NOTE.

Nous ne pouvons omettre la belle remarque de M. Vincent, p. 30 (du tiré à part).

« Si ce n'eût été m'écarter beaucoup de mon but, j'aurais déve-
» loppé un résultat extrêmement important, que je ne puis faire ici
» qu'indiquer, mais qui n'en mérite pas moins la plus grande
» attention, savoir :

» *La méthode de Scheibler, pour l'accord des instruments,*
» *confirme d'une manière éclatante, bien que par une voie dé-*
» *tournée, les valeurs des rapports des consonnances exactes,*
» *par suite celles des tons majeurs, mineurs, demi-tons, et enfin*
» *les valeurs relatives des diverses notes de la gamme géométrique*
» *non tempérée, telles qu'elles sont généralement admises.*

» (Voyez à ce sujet les expériences de M. Delezenne, dans les
» Mémoires de la Société des sciences de Lille, pour l'année 1827,
» ainsi que les additions qu'il y a faites récemment.) ».

Maintenant on peut dire la même chose des expériences de M. Lissajous.

Ajoutons ici quelques réflexions :

Pour certaines recherches d'une théorie subtile, telles que celles que poursuit M. Barbereau, Scheibler seul donne les moyens de vérification.

Par exemple aussi, M. Fétis, au sujet *de la possibilité des transitions immédiates dans tous les tons et dans les deux modes, par un seul accord affecté d'altérations multiples, ascendantes et descendantes,* mentionne les nombreuses expériences qu'il a faites par les battements, *à l'aide de l'appareil de Scheibler.*

Il a ainsi constaté, par le calcul des vibrations, que les sons qui portent le même nom, bien que variant d'intonation en raison du caractère des attractions harmoniques, ne présentent jamais, dans leur différence au *maximum*, la valeur d'un quart de ton. (Sa lettre à M. Vincent, du 3 mars 1854, sur le quart de ton.)

Assurément, dit M. Vitet, le *quart de ton* était, *dans notre siècle, la découverte la moins attendue.*

M. Vincent, tout rempli des anciens, lui a rendu la vie. M. Halévy, descendant le double tétracorde enharmonique, en a montré la puissance expressive. Animé par les contradictions, M. Vincent en a triomphé. Il a montré aux plus incrédules le *quart de ton* jusque dans le fameux manuscrit bilingue de Montpellier, antiphonaire d'une antiquité respectable.

Bien plus, il a prouvé mathématiquement que Guy-d'Arezzo en avait cherché les conditions géométriques dans un calcul de lignes où le bon moine s'était un peu fourvoyé.

L'explication catégorique de ce texte de Guy-d'Arezzo, est une véritable conquête. (Voyez *Revue archéologique, XII.e année.)* Personne n'avait soupçonné cette explication, pas même le savant M. Théodore Nizard, l'homme spécial en ce genre, non plus que M. Stephen-Morelot. Ce dernier avouait n'y avoir jamais rien compris, lui le musicien le plus zélé, le plus infatigable investigateur de ces questions archéologiques, témoin son article *Solmisation,* dans le beau *Dictionnaire* de M. d'Ortigue.

Non content d'écrire pour son protégé, M. Vincent l'a produit en réalité sur l'orgue d'Alexandre. Chez lui, des artistes, des savants, des amateurs, des étrangers de distinction, sont venus en grand nombre l'entendre dans les compositions de M. Populus.

Le quart de ton a combattu, il a vaincu sur toute la ligne.

ACCORD DE L'ORGUE.

133. Nous voici enfin arrivés au but que s'est proposé Scheibler, savoir l'accord de l'orgue par le tempérament égal. Son opuscule allemand est accompagné d'un tableau contenant deux parties : l'une qui a pour objet d'indiquer le moyen de calcul par battements qui conduit à évaluer la hauteur de l'orgue, ou son *la,* par rapport au nombre absolu de vibrations qu'il exécute; l'autre qui donne la série des opérations de l'accordeur pour exécuter la partition, les intervalles

qu'il parcourt successivement, le nombre de battements qu'il doit entendre par chaque mouvement du métronome, le degré auquel ce métronome doit être monté à chacune de ces opérations, suivant que le diapason est ou le diapason normal à 880 vibrations, ou plus bas, à 840, 850, 860, 870, ou plus haut, 890, 900, 910 et 920. Nous ne reproduirons que cette seconde partie. (Tableau N.° 1.)

Ces deux parties du tableau allemand sont également traitées dans le manuscrit, et accompagnées de divers détails; mais, nulle part Scheibler n'a donné d'une manière satisfaisante la méthode de calcul ou la suite des tâtonnements qui l'ont conduit à choisir, dans la série des opérations de l'accordeur, telle route plutôt que telle autre.

Avec son tableau, on opère bien, mais on opère en aveugle, et, s'il fallait le refaire, on ne voit pas comment on devrait s'y prendre.

134. Nous allons donc essayer de porter la lumière dans cette partie la plus importante du travail de Scheibler. Nous simplifierons nos raisonnements autant qu'il nous sera possible.

135. Mais, avant tout, il nous faut établir pour nous le nombre absolu de vibrations de chacun des tuyaux de l'orgue au tempérament égal, dans l'octave de 440 à 880 vibrations (diapason normal), d'après le calcul des logarithmes.

C'est à ce système de tempérament égal qu'a voulu aboutir Scheibler, et comme nous avons lieu de penser qu'il ne s'est point aidé des logarithmes, nous devons admirer d'autant plus la force d'invention que suppose son travail qui, privé de ce secours, offre néanmoins presque toujours un résultat juste (1).

Nous ne traiterons pas ici de cette partie de la théorie musicale mathémathique, non plus que de la préférence à donner au tempérament égal sur tout autre système de tempérament, et nous présenterons notre tableau tout fait.

---

(1) Scheibler n'a pu établir ces nombres de vibrations aux tuyaux tempérés que par déduction des nombres de battements et des degrés du pendule qu'il leur avait attribués dans ses tâtonnements. En effet, nous voyons dans son premier écrit, page 35, ces nombres de l'échelle tempérée mis en rapport avec les nombres de battements et les degrés du pendule, différer fort peu de ceux de notre tableau.

TABLEAU DU NOMBRE DES VIBRATIONS

des 13 sons d'une octave chromatique du la *(5.ᵉ ligne, clef de* fa*) au* la *(au-dessus de la clef de* sol*), tempérée par le tempérament égal, calculées d'après la division en 12 parties égales du logarithme de 2, le* la*, diapason normal, étant ajusté à 880 vibrations.*

SONS de DE L'ÉCHELLE.		LOGARITHMES.	NOMBRE DES VIBRATIONS correspondantes.	DIFFÉRENCE d'un son à l'autre.
LA	diapason	2.94448,27	880,000	
				49,391
SOL♯	LA♭.........	2.91939,68	830,609	
				46,618
SOL	....	2.89431,40	783,991	
				44,002
FA♯	SOL♭,.......	2.86922,52	739,989	
				41,523
FA	....	2.84413,93	698,466	
				39,211
MI	....	2.81905,35	659,255	
				37,002
RÉ♯	MI♭.........	2.79396,77	622,253	
				34,924
RÉ	....	2.76888,18	587,329	
				32,964
UT♯	RÉ♭	2.74379,60	554,365	
				31,114
UT	....	2.71871,02	523,251	
				29,367
SI	....	2.69362,43	493,884	
				27,720
LA♯	SI♭	2.66853,85	466,164	
				26,164
LA	....	2.64345,27	440,000	
				440,000

136. Mettons-nous donc à la place de Scheibler et faisons-le parler:
« Je veux accorder l'orgue au tempérament égal, dans l'octave de
» *la* 880 vibrations, descendant au *la* 440, en m'aidant du calcul
» des battements et du métronome, suivant les espèces de conson-
» nances, moyen qui seul peut me conduire à la plus grande exacti-
» tude.

» Je pars donc de *la* 880 . . . . (1). A quel autre tuyau peut-
» il me conduire par battements? Ce ne sera pas au *la* 440, car il
» ne peut y avoir de battements sur une octave juste (§ 89). Il me
» faudra donc accorder *la* 440 par une autre voie. Mon *la* diapason
» pourra-t-il m'aider, par des battements *mesurables*, à déterminer
» d'autres consonnances, par exemple la quatre en-dessous, *mi*,
» tempérée, 659,25?

» Si la quarte était juste, ce *mi*, (rapport 4 : 3, § 56 et 58) aurait
» 660,00. Il y a altération, en moins, à la corde inférieure 0,75.

» Quel battement fera ma quarte ainsi altérée? Pour la quarte
» altérée à sa corde inférieure, il faut (§ 102) 1/2 vibration ou
» 0,50, en plus ou en moins, pour obtenir un battement au N.° 60.
» Or, ici j'ai 0,75 d'altération au lieu de 0,50; j'aurai donc, en
» proportion, 1,50 battement au lieu de 1 battement au N.° 60.
» Mais il n'est pas commode de discerner 1,50 battement, je chan-
» gerai donc le N.° du pendule, pour avoir, ou bien 2 battements,
» ou bien 1 battement par mouvement.

« Je sais (§ 105) que, dans l'échange des N.os du pendule, les
» N.os sont en raison inverse des battements : donc, pour avoir 2
» battements ou 4 demi-battements au lieu de 1 battement 1/2 ou
» 3 demi-battements, il faut descendre dans la raison de 4 : 3,
» c'est-à-dire retrancher 1/4 du N.° 60. Il reste 45. Donc, pour
» avoir 2 battements, il me faudrait au métronome le N° 45. Or,
» mon métronome commence au N° 50 (2); je n'ai donc d'autre

---

(1) Les registres qui donnent les battements les plus exacts sont les registres *principal* 8 pieds et 4 pieds (Scheibler).

(2) Voir l'observation au § 103.

» ressource que dans 1 battement au N° 90, qui est le plus haut
» de mon métronome.

» Ainsi, me voilà fixé et je dirai : le *mi* tempéré s'accorde au-
» dessous du diapason *la* 880, par 1 battement au N° 90. Et comme
» il est plus bas que la quarte juste, le battement que je pourrais
» prendre aussi bien en haussant qu'en baissant, je ne le prendrai
» qu'en baissant. (§ 91 à 95).

» Si pourtant je n'avais pu faire sur le *mi* tempéré des battements
» comptables à aucun des Nos de mon pendule, par quel expédient
» aurais-je pu me tirer d'embarras? Et cet embarras, je le rencontrerai
» peut-être sur plusieurs autres degrés de l'échelle chromatique.
» C'est à quoi il faut songer....

» Eh bien, j'accorderai sur mon diapason, s'il le faut, un son
» arbitraire qui ne sera aucun des sons de mon échelle, un son d'em-
» prunt, un son transitoire, un son *auxiliaire*, qui m'aura fourni
» des battements comptables à un certain degré du pendule, et tel
» qu'il puisse me conduire de même, par des battements comptables
» à plusieurs autres sons de l'échelle tempérée.

» A ce son d'emprunt, je donnerai le nom du son dont il se rap-
» proche le plus : je dirai, par exemple, *la auxiliaire, fa*
» *auxiliaire*, etc. Enfin, je ferai de ces *auxiliaires* autant qu'il
» m'en faudra pour faciliter mes opérations ; ensuite, chaque
» *auxiliaire* disparaîtra et sera remplacé par le son tempéré *réel*....

» C'est un moyen singulier, neuf et hardi, je l'avoue, que d'em-
» prunter un son faux et hors de l'échelle pour retomber commodé-
» ment sur un son de l'échelle. Mais l'habitude d'accorder par batte-
» ments, ou d'arriver à un son juste, si je veux, par les battements
» sur un son faux, me familiarise avec cet ordre d'idées. L'invention
» des *auxiliaires* me met à l'aise dans tous les cas.

» J'ai supposé gratuitement mon tuyau d'orgue, *la* du *principal*,
» ajusté à 880 vibrations. Pour m'en assurer, et, en général, pour
» mesurer la hauteur de l'orgue à tout autre diapason, je la compa-
» rerai avec quelques fourchettes fabriquées à l'aide de mon sono-
» mètre, et dont les battements m'apprendront la différence.

» Je vais faire des calculs (semblables à ceux que j'ai faits pour le
» *mi* ci-dessus) dans des suppositions diverses et multipliées, tant
» pour le diapason 880 que pour un certain nombre d'autres diapa
» sons. Ces suppositions, je les chercherai par tâtonnement, et
» parmi les suppositions qui me conduiraient au but, je choisirai
» celles qui me feraient arriver par les battements les plus faciles à
» compter. Je n'aurai plus qu'à mettre le tout dans un certain ordre,
» pour former le tableau normal qui devra diriger l'accordeur......
» Mettons-nous à l'ouvrage, ne perdant point patience.... »

137. Avons-nous fidèlement reproduit les idées qui se sont succédé dans l'esprit de l'inventeur ?.... Nous l'ignorons ; et, puisqu'il a emporté son secret dans la tombe, nous n'avons aucun moyen de le découvrir. Nous croyons du moins avoir indiqué par quel raisonnement on peut être conduit au même but.

138. Maintenant, examinons ce tableau de Scheibler. Il nous présente (tableau N.° 1.) :

1.° 17 opérations successives.

2.° L'emploi des 4 sons dits auxiliaires, savoir :

mi, *la*, *fa* et *si b*.

3.° Le nombre des battements toujours le même dans le même cas, pour tous les diapasons.

4.° Une anomalie d'après laquelle, dans un certain nombre de cas, le numéro du métronome reste le même quel que soit le diapason, tandis que dans tous les autres cas, le numéro varie avec le diapason.

Cette anomalie n'affecte que les cinq cas :

1, 4, 11, 12, 17.

Nous constatons que, dans les 4 premiers de ces cas, il s'agit d'accorder un son auxiliaire, tandis que, dans tous les autres, on accorde un son tempéré.

Le 17e et dernier cas est le seul dans lequel, pour l'accord d'un son tempéré, le numéro du métronome reste invariable dans tous les diapasons.

139. Nous ne nous engagerons pas dans le labyrinthe des tâtonnements par lesquels Scheibler a marché à son but ; nous admettrons sans discussion que, pendant ses 20 années d'expérimentation dans tous les sens, il a choisi la marche et les expédients les plus commodes, par exemple pour le choix et la valeur des sons auxiliaires.

Ils se trouvent établis d'après le diapason 880 dans la proportion suivante :

MI	valeur géom.e	660,000;	auxil.e	660,900 ;	diff.e	+ 0,900
LA	id.	440,000;	id.	442,667 ;	id.	+ 2,667
SI♭	id.	469,333;	id.	465,244 ;	id.	— 4,089
FA	id.	352,000;	id.	350,933 ;	id.	— 1,067

Nous les adopterons purement et simplement pour reproduire son tableau, mais en rendant compte de chaque opération.

140. Nous nous attacherons d'abord au seul diapason normal, 880, (colonne du milieu), car les mêmes raisonnements s'appliquent à toutes les autres colonnes.

Partant de ce diapason, le calcul des proportions nous donnera tous les intervalles consonnants dans leur justesse géométrique et le tableau § 135 nous les donnera dans leur altération par le tempérament égal.

141. La partition nous montre que, sur les 17 opérations, les sons auxiliaires figurent 14 fois, soit comme points de départ, soit comme sons à accorder. Dans trois cas seulement, ils ne sont point en jeu, savoir les 3.e 8e et 10.e. Dans ces cas exceptionnels, l'accord se fait en allant du diapason ou d'un son tempéré à un autre son tempéré.

Ainsi, dans ce système, les sons auxiliaires jouent le principal rôle.

142. Nous allons former un tableau distinct des 5 opérations mentionnées plus haut (§ 138), qui seules ont l'avantage de ne pas varier pour le nombre des battements et le degré du métronome quand on change le diapason, et dont les 4 premiers donnent la mesure des 4 auxiliaires (tableau N.° II).

Les têtes de colonnes, désignées par lettres alphabétiques depuis A

jusqu'à K, sont intitulées de la manière la plus explicite pour donner l'intelligence de la marche des opérations.

143. Exemple 1.er cas, colonne F, différence 0,900.

A partir de cette colonne, suivons le cours de l'opération pour arriver à des battements comptables à un degré déterminé du métronome.

Nous consultons la table § 102, et nous disons :

1.re *Demande :* Puisque dans le cas présent, savoir : de la quarte altérée à la note inférieure, une 1/2 vibration donne un battement au N.° 60, combien, à ce même numéro, nous donnera de battements la différence 0,900?

Réponse : En proportion directe (§ 105) 1,800.

vib.	vib.	batt.	batt.
1/2 :	0,900 ::	1 :	$x = \frac{0,900 \times 1}{1/2} = \frac{0,900 \times 2}{1} = 1,800.$
Col. G	F	H	

Nous ne pouvons donc nous arrêter au N.° 60, car il n'est pas commode de compter 1 battement et 8/10 de battement. Nous chercherons 2 battements au moins, en descendant au-dessous du N.° 60.

2.e *Demande :* Puisque notre différence en vibrations ferait 1,8 battements au N.° 60, à quel numéro ferait-elle 2 battements?

Réponse : En proportion inverse (§ 105) au N.° 54.

	batt.		batt.		N.° cherché.		N.° connu.
	1,8	:	2	::	x	:	60.
Colonne	H		I		J		

$$x = \frac{1,8 \times 60}{2} = \frac{108}{2} = 54.$$

144. La formule est donc, d'après la première question :

$$\frac{\text{Colonne F}}{\text{Colonne G}} \text{ pour avoir colonne H.}$$

Et d'après la seconde question :

$$\frac{\text{Colonne H} \times 60}{\text{Colonne I}} \text{ pour avoir colonne J.}$$

Donc, pour aller immédiatement de F en J, en substituant la valeur de H, nous aurons, en une seule formule :

$$\frac{F \times 60}{G \times I} = J \text{ ou, dans ce cas :}$$

$$\frac{0{,}900 \times 60}{1/2 \times 2} = \frac{54{,}000}{1} = 54{,}000.$$

Nous voyons qu'il s'agissait ici tout simplement de multiplier la différence F par 60, et c'est ce dernier nombre ou coefficient que nous avons inscrit à la dernière colonne K.

145. Cette même formule nous servira dans tous les autres cas pour obtenir la valeur de J, laquelle variera suivant les valeurs variables de F, de G et de H.

Nous en déduirons également le *coëfficient* K qui, multipliant la différence F, donne immédiatement le N.° du métronome J au degré nécessaire pour obtenir le nombre arbitraire de battements que l'on désire, ainsi qu'il suit :

Opération 4.°

$$\frac{2{,}667}{1} \times \frac{60}{2} = 2{,}667 \times 30 = 80 \text{ degrés.}$$

Coefficient $\frac{60}{1 \times 2} = \frac{60}{2} =$ 30

Opération 11.°

$$\frac{1{,}067}{2/5} \times \frac{60}{2} = \frac{1{,}067 \times 5}{2} \times 30 = \frac{5{,}335}{2} \times 30 = 2{,}667 \times 30 = 80 \text{ degrés.}$$

Coefficient $\frac{60}{2/5 \times 2} = \frac{60 \times 5}{4} = \frac{300}{4} =$ 75

Opération **12.e**

$$\frac{2,667}{2/3} \times \frac{60}{4} = \frac{2,667 \times 3}{2} \times 15 = \frac{8,001}{2} \times 15 = 4,000 \times 15 = 60 \text{ degrés.}$$

Coefficient $\dfrac{60}{2/3 \times 4} = \dfrac{60 \times 3}{8} = \dfrac{180}{8} =$ 22,5

Opération **17.e**

$$\frac{1,333}{1/2} \times \frac{60}{2} = \frac{1,333 \times 2}{1} \times 30 = 2,666 \times 30 = 79,980 \text{ ou } 80 \text{ degrés.}$$

Coefficient $\dfrac{60}{1/2 \times 2} = \dfrac{60}{1} =$ 60

146. Nous allons présenter un tableau semblable pour les 12 autres cas dans lesquels le tuyau qu'il s'agit d'accorder est toujours un tuyau tempéré. (Tableau N.o III.)

Les colonnes sont les mêmes, mais les intitulés de ces colonnes ont été abrégés. La différence (col. F) qui produit les battements (col. J) résulte ici de l'altération en plus ou en moins du son juste (col. D), auquel on substitue le son tempéré (col. E). Mais la formule générale $\dfrac{F \times 60}{G \times I}$, indiquée § 144, conduit également à la valeur de J, et l'on en déduit le coefficient de F pour aller directement de F à J.

EXEMPLE. — 2.e *Cas :*

$$\frac{1,791}{1/2} \times \frac{60}{4} = 1,791 \times 2 \times 15 = 1,791 \times 30 = 53,730.$$

$$\text{Coefficient } \frac{60}{1/2 \times 4} = \frac{60}{2} = 30.$$

Il en est de même de tous les autres cas.

147. Avec ce tableau normal en deux parties, nous avons, ce nous semble, tout raisonné, tout expliqué, tout vérifié, en ce qui concerne le diapason normal 880. Il nous faut maintenant, de ce

même tableau, tirer une nouvelle formule générale pour tous les autres diapasons quelconques.

Nous avons dit (§ 142), que, dans les cinq opérations comprises dans la première partie du tableau normal, le N.° du métronome reste invariable dans tous les diapasons. Nous n'avons donc à nous occuper ici que des autres cas compris dans la seconde partie. Et, pour ceux-ci, nous avons dit encore (§141) que, dans les 3 cas, 3, 8, 10, l'accord se fait en allant du diapason ou d'un son tempéré à un autre son tempéré. Puisqu'il n'y a point d'auxiliaire, le résultat final, colonne J, ne peut être que proportionnel aux diapasons.

148. Pour vérifier cette dernière proposition, établissons d'abord le rapport entre le nombre des vibrations au diapason normal et ce même nombre aux huit autres diapasons du tableau de Scheibler.

Le diapason normal 880 est au diapason

840 ::	22 :	21 =	1/22		à retrancher.
850	88	85		3/88	
860	44	43	1/44		
870	88	87		1/88	
890	88	89	1/88		à ajouter.
900	44	45		1/44	
910	88	91	3/88		
920	22	23		1/22	

149. Ainsi, il suffit de connaître les quatre aliquotes de 880 ci-dessus indiquées, qu'il faut retrancher si le diapason est au-dessous de 880, et ajouter dans le cas contraire; savoir, de part et d'autre, en s'éloignant de la colonne centrale,

Pour les diapasons	870 et	890	1/88
—	860	900	1/44
—	850	910	3/88
—	840	920	1/22

150. Maintenant, nous allons vérifier les trois cas mentionnés

§ 141, mais d'abord seulement pour les deux colonnes extrêmes, diapasons 840 et 920, savoir :

Cas.	Colonne au diapason normal.	Aliquote 1/22.	Retranchée pour le diapason 840.	Ajoutée pour le diapason 920.
	d.	d.	d.	d.
3	89,40	4,06	85,34	93,46
8	79,74	3,62	76,12	83,36
10	56,34	2,56	53,78	58,90

151. Nous voici réduits aux neuf opérations seulement dans lesquelles, partant d'un auxiliaire, on accorde un tuyau tempéré.

Les calculs et les résultats sont déjà établis au tableau N.° III, § 146, des douze cas, mais seulement pour le diapason normal.

Cherchons la formule qui nous conduirait au résultat pour un diapason quelconque, et d'abord pour les deux diapasons extrêmes 840 et 920.

152. Cette formule se voit sur le tableau N.° IV.

Exemple : 2.° *cas*.

Il s'agit d'accorder le *si* tempéré au moyen de l'auxiliaire *mi*. Considérons l'opération, d'abord telle qu'elle a eu lieu pour le dia pason 880. — Décomposons l'auxiliaire *mi*, colonne A, dans ses deux éléments, savoir :

1.° Sa partie géométrique................	G.	660,000
2.° La différence qui l'affecte comme auxiliaire	A.	0,900
La partie géométrique conduit au produit.....	H.	33,480
et la partie comme auxiliaire donne...........	Id.	20,250
d'où résulte pour le degré du pendule..........	J.	53,73

153. Maintenant, si nous voulons changer le diapason, et, par exemple, le réduire à 840, c'est-à-dire l'abaisser de 1/22.e, le *mi*, dans sa partie géométrique, sera réduit dans la même proportion, ainsi que le *si* géométrique, D, et sa valeur tempérée, E. Donc, la différence, F, de ces deux dernières valeurs restera dans le même rapport ; donc, elle produira le même nombre de battements, malgré le changement de diapason ; donc ce changement de diapason n'aura d'influence que sur le N.° du pendule H.

Mais, le diapason étant baissé de 1/22.e, les vibrations seront moins rapides et les battements seront ralentis dans la même proportion ; ils ne coïncideront qu'à un N.° plus bas du pendule.

Ainsi, prenant le 1/22 de 33,480 H., qui est 1,52, *a*, pour le déduire du résultat, J *b*, affecté au diapason normal, ci. 53,73

1,52

on a pour le diapason 840, le N.° J *c*............... 52,21

On voit que le chiffre 20,250, H, produit par la partie A de l'auxiliaire *mi*, n'a contribué en rien pour le changement du N.° du pendule nécessité par le changement de diapason.

Le principe étant le même pour tous les cas, il s'ensuit que la différence A, qui affecte le tuyau auxiliaire, est une quantité constante, qui, dans tous les diapasons, reste telle qu'elle a été réglée pour le diapason normal.

154. Puisque nous sommes au diapason 840, inférieur au diapason normal, dans tous les autres cas, on devra, comme au 2.e cas, retrancher l'aliquote 1/22 du résultat J *b* pour avoir le résultat J *c* (§149)

C'est en effet ce qui a lieu dans les cas 5, 7, 9, 14, 15 et 16, Cependant, on voit le contraire aux cas 6 et 13. D'où vient cette anomalie ?

C'est ici qu'il faut se rendre compte avec précision de l'influence exercée par la différence A, qui affecte l'auxiliaire, considérée isolément, pour voir dans quel sens elle concourt à la formation du résultat J *b*, au diapason 880.

155. Remarquons :

1.° Que toujours le résultat inscrit à la colonne J *b* se compose de l'évaluation, en degrés, du son géométrique plus ou moins celle de la différence, l'une et l'autre portées à la colonne H.

2.° Que de ces deux derniers éléments, tantôt le géométrique est le plus fort, comme dans les cas 2, 5, 7, 9, 14, 15 et 16, tantôt il est le plus faible, comme dans les cas 6 et 13.

3.° Que, bien que ce soit toujours la partie aliquote (§ 149) du produit géométrique qui doit affecter par *retranchement* le résultat colonne J *b*, cependant, dans ces deux cas, 6 et 13, cette portion est au contraire ajoutée et non retranchée;

4.° Que cette anomalie apparente vient de ce que, dans ces deux cas, 6 et 13, la quantité qui fournit l'aliquote ne concourt au produit du pendule que par *déduction* (80,0 — 14,9 et 163,6 — 105, 8), et par conséquent comme quantité *négative*. Or, *retrancher du négatif, c'est ajouter*.

156. Les résultats donnés pour le diapason 840 sont les mêmes, pris à l'inverse, pour le diapason 920. Ils diffèrent l'un et l'autre proportionnellement de la colonne centrale.

157. S'il s'agit des trois colonnes intermédiaires, c'est-à-dire entre 840 et 880, différence 40, et de leurs correspondantes inverses, entre 920 et 880, la même aliquote 1/22, nous servira de base. Car, de part et d'autre, en se rapprochant de la colonne centrale, par dizaine, on diminuera cette aliquote :

Du 1/4 pour les diapasons		850 et	910 ;
De la 1/2	—	860	900 ;
Des 3/4	—	870	890.

158. Supposons que le diapason tombe entre deux colonnes, par exemple 845, et prenons pour exemple le cinquième cas, l'aliquote 11,904, calculée pour le diapason 840, diminuée de 1/4, c'est-à-dire de 2,976, donne 8,928 pour le diapason 850. C'est donc la moitié de 2,976, ou 1,488 qu'il faut retrancher de 11,904 ou ajouter à 8,928 pour avoir l'aliquote qui convient au diapason 845.

Entre 840 et 845, nous aurions à prendre 1, 2, 3 ou 4 dixièmes de ce nombre 1,488; de même, mais en sens inverse, entre 850 et 845.

159. Ainsi, entre les limites 840 et 920, il n'est aucun diapason pour lequel nos tableaux II, III et IV n'aient donné tous les éléments de calcul pour l'accord de l'orgue dans le système de Scheibler, et des résultats (à une seule décimale) (1) conformes aux siens.

De plus, le principe posé § 152 peut s'appliquer en-deçà et au-delà de ces limites.

160. Maintenant, nous pouvons conclure : Scheibler a rendu un véritable service à l'art musical; on lui doit de la reconnaissance : sa pratique, si ingénieuse et si sûre, est justifiée par une théorie exacte. Il s'agissait de la faire connaître sous ce rapport, et de manière que tout le monde pût la comprendre et l'apprécier. Telle est la tâche que nous avions à remplir, et nous demandons comment sa patrie, l'Allemagne si savante et si laborieuse, en a laissé le soin à un étranger (2).

---

(1) Une seule décimale étant nécessaire pour se raccorder avec le tableau de Scheibler, la concordance de nos tableaux entre eux n'est pas toujours rigoureusement exacte pour les deux décimales, parce que dans chaque tableau on procède d'une manière qui lui est particulière. L'exactitude rigoureuse eut exigé l'emploi de six décimales, comme on voit. Mémoire de M. Vincent, page 53, du tiré à part.

(2) Au moment de mettre sous presse, nous apprenons de M. Wolfel (qui croit se le rappeler), que le docteur Schafhautel a écrit sur Scheibler. Ce serait sans doute depuis le Mémoire de M. Vincent, qui avait alors tâché de recueillir tous les matériaux.

APPENDICE.

En 1837, après la mort de Scheibler, son compatriote, Loehr, fit paraître à Crefeld un écrit de quarante-cinq pages, fort substantiel, intitulé : ***Sur l'invention de Scheibler en général, et particulièrement sur sa manière d'accorder le piano-forte et l'orgue.***

Après qu'il eut apprécié, dit-il, ***non sans peine,*** le mérite de cette belle découverte, soit par ses fréquents entretiens avec l'inventeur et les essais des fourchettes, soit par l'étude de ses écrits et ses propres calculs et expériences à l'orgue, il arrivait souvent que des amateurs le priaient de les initier. Mais ordinairement ceux-ci, ne connaissant pas assez les principes de la constitution des échelles dans leurs proportions géométrique ou tempérée, non plus que les lois physiques et mathématiques qui s'y rapportent, étaient incapables de s'approprier cette théorie.

Alors, considérant que Scheibler, dans ses écrits, avait supposé beaucoup trop de connaissances à ses lecteurs, il avait entrepris d'y suppléer, en développant les points essentiels de la théorie et de la pratique, et renvoyant, pour les détails nombreux et intéressants, aux écrits originaux,

C'est exactement le motif qui nous a fait prendre la plume. Au lieu de satisfaire à ce besoin dans toute son étendue, Loehr s'est borné à présenter très-succinctement les données de la théorie du ***tempérament égal,*** et à reproduire la théorie prétendue et l'application des ***sons de combinaison*** telle que Scheibler l'avait imaginée.

Toutefois, il était bien à propos de donner une idée de la loi du tempérament et d'en démontrer la nécessité.

Voici comment il y procède : Partant du *la* diapason 880, tantôt il

monte de quinte, tantôt il descend de quarte, posant à chaque fois le nombre des vibrations dans la proportion géométrique, c'est-à-dire ajoutant la 1/2 s'il monte, retranchant le 1/4 s'il descend, dans la succession ci-après :

De *la* monter à *mi*, descendre deux fois pour *si* et *fa* ♯, monter à *ut* ♯, descendre en *sol* ♯, monter pour *ré* ♯, *mi* ♭, descendre deux fois pour *si* ♭ et *fa*, monter à *ut*, descendre pour *sol*, monter au *ré*, enfin descendre sur le *la* d'où l'on est parti.

Cette marche est facile à suivre et à calculer.

Or, il se trouve que le dernier *la*, qui primitivement était de 880, est maintenant de 892, plus une fraction de 11 décimales, que l'on peut évaluer à environ 0,09.

Donc l'accord géométrique est impraticable sur le clavier.

Nous allons indiquer une autre démonstration plus instructive, avec le secours des logarithmes.

Les logarithmes sont des nombres inventés pour la facilité des calculs. Par leur moyen, les multiplications se remplacent par des additions, les divisions par des soustractions, etc.

Nous avons présenté l'expression numérique des intervalles musicaux sous la forme de fractions ou de rapports (§ 8). Or, il a été démontré que *les intervalles musicaux sont entre eux comme les logarithmes de leurs rapports constituants*, c'est-à-dire des fractions qui les représentent. Donc, remplaçant chacun des deux termes de la fraction par son logarithme, nous aurons, par une soustraction, un seul nombre pour l'expression logarithmique de l'intervalle.

M. Delezenne, dans son écrit *sur les principes fondamentaux de la musique*, inséré dans les *Mémoires de la Société de Lille*, nous a dressé une table spéciale de logarithmes acoustiques musicaux.

Nous allons en faire usage. Il a poussé l'exactitude jusqu'à six décimales, nous n'avons besoin que de deux décimales.

Soit la quarte.......	4/3	log.c 111,59 » 88,43	23,16	UT — FA.
Soit la tierce majeure	5/4	» 129,55 » 111,59	17,96	UT — MI.
Donc la seconde mineure est.........			5,20	MI — FA
Or, la tierce est...................			17,96	UT — MI.
La seconde, ton.....	9/8	log.e 176,87 » 167,39	9,48	UT — RÉ.
Donc la seconde, autre ton, est......			8,48	RÉ — MI.

Le ton *majeur*, différence de la quarte UT — FA à la quinte

UT — SOL.	9,48	1,00 différence.
L'autre ton, *mineur*........	8,48	

Cette différence du ton majeur au ton mineur est ce qu'on appelle un *comma*, mot qui signifie *morceau* ou *rognure*.

Voici l'expression numérique de ce *comma :*

Le ton majeur 9/8 étant divisé par le ton mineur 10/9 (§ 54), c'est-à-dire multiplié par 9/10, égale 81/80. C'est sur cette base qu'est établi le tableau de M. Delezenne. C'est précisément sur cette même base que, sans connaître cette table, nous en avions calculé une plus abrégée pour notre usage personnel.

Le *comma* ainsi compris, sert d'unité pour évaluer et comparer tous les intervalles musicaux, mesurer toutes les échelles et les apprécier dans tous les systèmes de tempérament. Il n'est pas besoin d'en avoir la table sous les yeux ; il suffit de retenir que le *ton majeur a* 9,48, *le ton mineur* 1 *de moins et le demi-ton* 5,20.

On répète continuellement, sans trop savoir ce que l'on dit : *Il y a un ton majeur de* 9 *commas et un ton mineur de* 8 *commas*. Nous

voyons ici la chose avec plus de précision et nous remontons à l'origine (§ 54).

Le ton que l'on nomme ***ton de la disjonction***, différence de la quarte à la quinte, et par conséquent invariable, étant ajouté une fois à la quarte, donne la quinte, et à deux fois la quarte, donne l'octave.

9,48 }	32,64 quinte.
23,16 }	
23,16	
55,80	octave.

Revenons au tempérament :

Accorder le clavier, équivaut à monter de douze quintes dont on déduit sept fois l'octave. Si les quintes sont justes, on a pour les douze :

	32,64
	32,64
	326,40
	391,68
Sept fois l'octave...........	390,60
Excédant des douze quintes...	1,08

L'octave est fausse et ne peut rester ainsi.

Voici donc un nouveau ***comma*** d'environ 1/10 plus fort que le premier, et à peu près le 1/5 du demi-ton ***mi-fa*** qui est 5,20. On l'appelle le ***comma antique*** ou de Pythagore. Il est la conséquence de cette démonstration d'Euclide, dans la section du canon (voir ***Meibomius)*** où il prouve que l'octave ne peut contenir six tons égaux. L'autre ***comma,*** excédant du ton majeur sur le ton mineur, s'appelle le ***comma moderne.***

Dans la science des spéculations musicales (science qui heureusement n'est nécessaire qu'à bien peu de monde), on distingue des ***commas majeur, mineur, maxime*** et ***minime***. Ces petits intervalles, par leurs rapports, en engendrent plusieurs autres.

C'est une matière qu'ont épuisée les Marpurg, les Kinberger, etc.; mais ils n'emploient que des fractions ou des longueurs de cordes.

Pour rendre la musique praticable sur le clavier, il faut bien faire disparaître ce *comma*, tout petit qu'il est. C'est en diminuant chacune des douze quintes de la 1/12 partie de 1,08, c'est-à-dire diminuant de 0,09, ou environ neuf fois la centième partie du cinquième de un demi-ton.

Comment l'apprécier à l'oreille! *Pourtant il faut le faire douze fois, et sans erreur*, dit Scheibler; et c'est ce qu'un sourd effectuerait avec ses fourchettes, s'il lui était possible de discerner seulement les battements.

Alors, l'octave 55,80 partagée en 12 parties égales, donne tous les demi-tons égaux, chacun à 4,65, tous les tons égaux, chacun à 9,30. Hormis l'octave, tout est faux; mais l'oreille s'y habitue, toutefois sans perdre son privilége originel de ressentir un plaisir plus vif à l'audition des intervalles justes. Ce que nous venons de dire est sans préjudice de la faculté d'altérer les sensibles sous l'influence du sentiment et de l'expression.

La transformation des rapports musicaux en nombres logarithmiques ou en unités de *comma*, permet de les représenter par des *grandeurs linéaires* et de les comparer comme on fait pour toute autre quantité de longueur.

Quel avantage ne trouve-t-on point, dans les recherches théoriques, à remplacer des fractions par des lignes, l'idée rationnelle par la sensation de la vue, le calcul par le compas! M. Delezenne, le premier, en a donné l'exemple dans le travail déjà cité. M. Vincent aussi, dans son magnifique ouvrage sur la musique grecque, pour démontrer les diverses proportions des échelles antiques, a recours aux quantités linéaires et à des logarithmes dont il a dressé une table (page 396). Seulement son *comma* n'est plus le même que celui d'Euclide. Il a l'avantage d'être contenu soixante fois juste dans l'octave.

Nous voudrions donner ici l'aperçu d'une application de cette méthode que nous avions faite nous-même, il y a plus de vingt ans, et pour laquelle le modeste et savant ingénieur hydrographe, M. Chazalan, nous avait prêté le secours de son habileté graphique.

Adoptant le *comma* **81/80**, donnez-lui (pour fixer les idées) la longueur de 10 millimètres.

1.° Sur une ligne de 0^m,5580, décrivez l'échelle d'*ut* dans ses proportions exactes, prolongez-la en haut et en bas jusqu'au *sol*. La ligne a 1^m,1160 et renferme deux octaves. Flanquez cette échelle de ses deux mineures, savoir *ut* mineur et *la*.

2.° Sur douze bandes de papier de longueur égale à la première, décrivez douze autres groupes d'échelles, tous identiques avec le modèle, quant au tracé linéaire.

3.° A gauche du groupe d'*ut*, disposez successivement et dans leur ordre, les échelles de un à six dièses, de manière que chaque nouvelle tonique s'élève à la hauteur de la dominante de l'échelle qui est à sa droite. Pour la partie de la bande qui dépasse la limite supérieure de celle d'*ut*, rognez-la et reportez-la en bas.

4.° A droite, faites l'inverse pour les six bandes descendant par bémol.

5.° Alors les treize bandes, supposées collées sur un fond quelconque, avec quelque distance entre elles, forment un tableau quadrilatère, auquel vous ajouterez deux bordures latérales, divisées chacune en demi-tons égaux, de 0^m,0465.

6.° Par chacune de ces divisions, vous tirez une ligne de couleur. Ces lignes traversent le champ du tableau, coupent les échelles selon le tempérament égal et font ressortir les différences.

Dans cette simple esquisse, nous passons sous silence les détails relatifs aux nombres à inscrire, à la figure des notes principales ou subordonnées, à l'indication des demi-tons dans les secondes majeures, à la division bien tranchée en deux tétracordes qu'il convient de colorer légèrement (savoir les deux qui se suivent, une fois dans chaque échelle), à la solmisation, à la manière de faire ressortir le déplacement successif des notes qui cessent de se correspondre, à la suscription des groupes, etc.

Nous observerons seulement qu'il est indispensable de tracer au-

dessus de la tonique la note suivante double, savoir à la distance de ton majeur et de ton mineur (en *ut* deux *ré*), de même, au-dessus de la dominante (en *ut* deux *la*), tant pour la justesse des quartes (*la-ré* et *ré-sol*) que pour donner satisfaction aux opinions diverses sur la place du ton majeur ou mineur au-dessus de la tonique.

Les deux échelles extrêmes *fa* ♯ et *sol* ♭ qui, dans le tempérament, sont identiques, ne sont pas ici à la même hauteur. A la partie supérieure, la ligne du *fa* ♯ tonique porte le N.° 107,40, et la ligne du *sol* ♭ tonique porte le N.° 106,32. Différence, le *comma* 1,08 que l'œil et le compas peuvent ainsi mesurer (presque 11 millimètres).

Avec un pareil tableau, une partition étant donnée, non-seulement on peut suivre de l'œil la modulation, comme on suit la route d'un voyageur sur une carte topographique ; mais encore, dans le cas d'une composition vocale sans accompagnement, *chantée par des voix justes*, on peut juger si le chemin pris pour la modulation ramène les voix au point de départ. Ce tableau simplifié et réduit au tempérament égal, serait très-avantageux pour l'enseignement.

L'enseignement musical ! Que n'aurions-nous pas à dire si nous osions aborder ici un sujet d'un intérêt si grand et dont l'autorité universitaire est aujourd'hui vivement préoccupée ! Exprimons au moins nos vœux pour que, désormais, elle prépare aux esprits cultivés, qui ne veulent rien admettre, même en musique, sans y mêler un peu de philosophie, un enseignement *mixte*. Pour les artistes de profession, inévitablement et aveuglément soumis au joug pesant mais salutaire de la pratique exclusive, condition indispensable de leur succès, il ne faut rien de plus ; toute philosophie, tout esprit d'analyse est plus nuisible qu'utile (1).

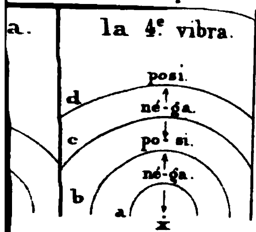
---

(1) Longtemps nous avions eu d'autres idées : elles se sont rectifiées au contact d'un professeur aussi bon praticien que philosophe, et que nous eussions déjà apprécié par la qualité de ses élèves, quand même nous n'eussions pas eu nos propres impressions, M. Maleden.

Qui ne sait, d'ailleurs, que l'imagination, le sentiment et l'inspiration qui seuls, avec les habitudes techniques et le culte des grands modèles, peuvent faire les vrais artistes, s'accordent mal avec le calcul et l'analyse.

Il est pourtant certains esprits, et des esprits de premier ordre, qui n'ayant point appris la musique dans leur enfance, à cet âge où tout s'apprend sans raisonner, mis tardivement en présence des maîtres, aiment mieux renoncer à savoir la musique que de l'apprendre ainsi.

haque onde pendant



'orgue au te

-ne . vi- - s.	Colonne 3. 850 vibrations.	Colonne 2. 860 vibrations
	54	54
,2	52,6	53,
,3	86,3	87,
	80	80
,0	53,0	56,
,8	65,6	65,
,3	59,5	61,
,0	76,9	77,
,0	53,0	56,
,8	54,4	55,
	80	80
	60	60
2,7	61,5	60,
2,1	73,8	75,
3,7	59,8	60,
7,4	48,3	49,
	80	80

ge 70. Ils ne diff
: 79,6.

·cord ou Ta
: les résulta
·d de l'orgue

PREMIÈRE P

ιUX AUXILIAIRES

ultat final ou co

u n'étant que d

est établi au ta

; tion emier ffre faut ıter ·cond u faut ın ıcher.	Nom à s (tons au le d N de v att à cha par le cal col d'où ı l'in d'un géom
. $^1/_4$	MI A
. $^1/_2$	LA A
. $^3/_5$	FA A
t. $^1/_3$	SI ♭ A
t. $^1/_4$	LA T

part, présente ici t

SECONDE

UYAUX TEMPI

n. Le résultat fin

savoir : les 3.

n autre tuyau t

re calcul à faire

toujours sur un

conque. (Voir l

C	
ration à ire.	Nom des nombr pour gé
. $^1/_4$	SI
. $^1/_4$	MI
t. $^1/_4$	UT ♯ 1
t. $^1/_3$	RÉ 1
t. $^2/_3$	FA ♯
t. $^1/_3$	SOL 1
t. $^3/_2$	UT ♯ 1
. $^1/_4$	SOL ♯ LA ♭ 1
t. $^1/_3$	MI ♭ 1
t. $^1/_3$	SI ♭ 1
t. $^1/_2$	UT 1
bler.	FA 1

calcul pour
les neuf cas 0
ıleur géométriqu

ıe , .	E Consonnanc dans sa valeur tempérée.
	v.
00	493.88
75	
00	554,36
34	
66	587,32
56	
33	739,98
45	
00	1108,73
67	
78	622,25
52	
33	466,16
23	
00	523,25
00	
00	698,45
134	

auf la minuscule 2

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

MÉMOIRE

SUR LES

ARCHIVES DU CHAPITRE DE SAINT-PIERRE DE LILLE.

Par M. LE GLAY, Membre résidant.

Séance du 4 juillet 1856.

Une église, une forteresse, un beffroi, voilà le triple élément de presque toutes nos villes flamandes. Quelques moines, humbles fils de saint Augustin ou de saint Benoit, s'établissent sur un terrain inculte qui leur est délaissé par un puissant seigneur ; ils remuent le sol, la partie labourable, ils la défrichent ; celle qui est rebelle à la culture, ils en extraient des pierres de taille et y bâtissent une église. Mais bientôt l'église et les moines sont en butte aux attaques extérieures. Alors on invoque l'assistance, ou du comte Bauduin ou du comte Robert ; et bientôt de larges fossés et de hautes murailles protégent l'édifice sacré, autour duquel vient s'abriter une multitude confiante. Les périls du dehors n'épouvantent plus ; mais voici venir les dangers de l'anarchie intestine. De là le besoin d'un magistrat municipal ; de là l'hôtel-de-ville avec l'échevinage ; de là enfin la cité proprement dite.

C'est ainsi qu'à Douai le cloître de Saint-Amé, à Dunkerque la chapelle de Saint-Eloi, à Lille le cloître de Saint-Pierre, furent pour chacune de ces grandes villes ce qu'avait été pour Rome la chaumière bâtie sur le mont Palatin par la royale pauvreté d'Évandre.

Et remarquons que ces trois éléments de l'organisation urbaine se reproduiront toujours dans la constitution locale. Toujours trois personnes en tête de cette grande famille qu'on nomme la société ; l'homme de l'église, l'homme des camps, l'homme du labourage et du négoce.

Nulle part d'ailleurs cette origine n'est plus manifeste qu'à Lille. C'est la collégiale de Saint-Pierre qui a, pour ainsi dire, posé les premières assises de notre vaste et populeuse cité.

Les églises capitulaires n'étaient pas, comme les asiles purement

monastiques, concentrées entre leurs quatre murs. Elles avaient liberté de s'épanouir au dehors; et du sein de sa maison spéciale, tout chanoine pouvait agir dans un rayon plus ou moins développé.

Je n'ai pas du reste à parler ici explicitement ni de l'église Saint-Pierre, ni de la ville de Lille, qui, issues de la même origine, restèrent, durant plusieurs siècles, unies par des liens si étroits.

Ma tâche est plus simple. Je ne veux et ne dois qu'exhiber les titres et documents émanés de cet illustre chapitre, qui, pour n'être pas le plus ancien de la contrée, n'en fut pas moins très-longtemps le plus puissant et le plus riche.

Déjà, au siècle dernier et avant la suppression de la collégiale, on avait dressé l'inventaire de ses archives. Ce travail, qui forme deux volumes in-folio, est précédé d'un avertissement, où l'on explique le mode de rédaction qu'on y a suivi. La mention suivante se lit à la fin dudit préambule : *Huic operi annus 1742 initium dedit, eidemque summam manum anno 1755 imposuit subsignatus F. Le Bon secret.*

L'œuvre du secrétaire Le Bon est exécutée avec un certain soin; mais l'ordre qu'on y a suivi ne ressemble en rien à celui que nous nous sommes tracé, et qui d'ailleurs nous était imposé par les instructions ministérielles. Les titres y sont divisés selon l'ordre des lieux et des juridictions; de sorte que ce répertoire ne peut être, pour le présent travail, que d'une utilité secondaire. On y mentionne d'ailleurs une grande quantité de titres qui ne se retrouvent plus, comme j'aurai occasion de le faire remarquer plus d'une fois.

CARTULAIRES ET REGISTRES.

Avant de signaler les titres isolés (originaux et copies authentiques) qui sont au nombre de trois mille environ, disons quelque chose des cartulaires ou recueils d'actes concernant le chapitre, précieux répertoires, où se rencontrent souvent des titres dont l'expédition primitive a disparu.

Parmi les cartulaires de la collégiale, il en est un fort important que ne possède pas notre dépôt, mais qui se trouve à la bibliothèque de Lille, coté EM 79. Il a pour titre *Decanus S. Petri;* c'est un

in 4.° vélin, 215 feuillets, écriture du XIII.e siècle, contenant 789 pièces. A partir du feuillet 81, l'écriture, bien que contemporaine, n'est plus la même. Le premier titre qu'on y lit est le bref d'Alexandre II, de 1066, cité ci-après. En tête et à la fin du volume, une main plus moderne a transcrit des actes d'une époque postérieure. Ce cartulaire a été connu de Dom Carpentier, auteur du Supplément de Du Cange, où il est cité plusieurs fois. Voir *Crapinum* et ailleurs.

La bibliothèque de Lille a aussi : *Livre contenant tous et quelconques les biens et charges de la trésorerie de Saint-Pierre*, .. vol. oblong, encadré et orné de blasons nombreux. 191 pages remplies, commencé par Floris Vander Haer en octobre 1607.

Enfin la même bibliothèque conserve encore : *S'ensieult les lettres de aucuns droits appartenant à la prévosté estans sur les mains maitre Eustasse de Tenremonde, vicaire et doyen*... Petit in fol., écriture du XV.e siècle. Voyez notre *Catalogue des manuscrits de Lille*, 182, 183.

Les cartulaires restés aux archives offrent moins d'intérêt et se réduisent à ce qui suit :

1.° *Litteræ ad caritatem seu confraternitatem B. Johannis evangelistæ pertinentes*, in 4.° pap., écriture du XV.e et du XVI.e siècles, 353 feuillets, 192 pièces.

2.° *Litteræ ad vicariatum pertinentes*, in 4.° papier, écriture du XVI.e siècle, 173 feuillets, 85 pièces, sans compter quelques documents transcrits en tête du volume sur les feuillets liminaires.

3.° *Lettres concernant l'hostel de Tournay à Lille.* In 4.° papier, non folioté, écriture du XVI.e siècle. Cet hôtel de Tournai était une espèce de séminaire, situé rue d'Angleterre.

4.° Enfin un recueil de onze pièces dont la plus ancienne porte la date de 1241 et la plus récente celle de 1248 C'est un petit in-folio, papier, écriture du XV.e siècle.

Entre les autres registres, qui sont au nombre de 200 environ, nous avons à remarquer surtout cinq volumes d'actes capitulaires, de 1728 à 1790. On se demande où sont passés les actes capitulaires antérieurs à ceux-là.

TITRES PRIMITIFS OU DU XI.[e] SIÈCLE.

La collégiale de Saint-Pierre de Lille fut instituée, comme on sait, en l'année 1066. Le fonds propre du chapitre possède encore la charte originale délivrée en cette circonstance par Bauduin, comte de Flandre. La date du titre est conçue en ces termes, qui prouvent que l'église ou basilique était déjà élevée alors, puisque c'est dans son enceinte que la solennité a lieu et que l'acte est rédigé : ***Actum apud Islam, in B. Petri basilica, coram Philippi Francorum regis presentia, anno VII imperii ejus, anno ab incarnatione Domini MLXVI, indictione IV.***

Cet original, il faut le dire, est en fort mauvais état; mais il en existe des copies exactes dans le fonds des archives de la Chambre des comptes de Lille, 1.[er] *cartulaire de Flandre*, pièce 554, 2.[e] *cartulaire de Flandre*, pièce 1. Aubert le Mire, fidèle à son bizare système d'abréger les diplômes pour les publier, a omis, I,65, en reproduisant celui-ci, la nomenclature des domaines et des lieux assignés au nouveau chapitre. Ses continuateurs ont réparé ce tort en donnant le diplôme tout entier, III,601. Il y a là de précieuses indications topographiques touchant le pays de Lille, celui de Courtrai, et même sur quelques terres plus éloignées.

Au surplus, les continuateurs de Le Mire ont défiguré certains noms de lieux. Ainsi pour ***Schelmes***, forme primitive d'Esquermes, ils ont écrit ***Scheline;*** pour ***Wascemi***, Wazemmes, ils ont dit ***Wizemias***. En fait de noms de personnes, ils ont transformé l'archidiacre ***Warmundus*** en ***Barmundus***, etc. (1)

Après ce titre de fondation, en voici un autre de non moindre intérêt. C'est la bulle, en lettres lombardes, par laquelle le pape Alexandre II confirme et approuve ladite fondation. La date est ainsi conçue : ***Datum Rome, jussione prefati domini Pape, per manum Rembaldi subdiaconi, anno Dominice Incarnationis millesimo***

(1) M. Brun-Lavainne, en donnant ce même texte dans Roisin, in-4.[o], Lille. 1842, p. 217, l'a enrichi de quelques notes judicieuses. Roisin offre en outre, p. 220, une traduction romane de ce diplôme, aussi annotée par l'éditeur.

LXVI.°, VI idus aprilis, indictione V, anno pontificatus Alexandri pape VI.° (1066).

Le même texte est relaté dans Buzelin, *Gallo-Flandria*, 310. Ici, l'historien est arrêté par une difficulté de date. Il se demande pourquoi le diplôme de Bauduin et la bulle d'Alexandre II, datés l'un et l'autre de l'an 1066, sont pourtant souscrits, le premier, de l'indiction IV, et le deuxième, de l'indiction V. Il finit par déclarer, avec raison, que sans doute il y a erreur de copiste dans la bulle, et qu'au lieu de 1066, il faut lire 1067.

Vient ensuite le corollaire naturel de la pièce qui précède. Je veux dire un bref de Grégoire VII, aussi en caractères lombards, portant la date qui suit : ***Datum Laterani nonis martii, per manus Petri sancte Romane Ecclesie presbiteri ac bibliothecarii, anno II pontificatus domini Gregorii VII pape, indictione XIII*** (1075). Puis ce sont les lettres de Ratbode, évêque de Noyon et de Tournai, contenant les priviléges conférés à la collégiale à propos de l'autel et de la terre de Wervick. Voici les termes propres de la date : ***Actum Tornaci in ecclesia sancte Marie, domno Ratbodo in synodo presidente, XI kalendas martii, anno Dominice Incarnationis MXC, indictione XIII, domno Ratbodo episcopante anno XXIII, regnante rege Philippo XXXII.*** Il est à remarquer que le sceau attaché à ce titre y était appendu et non plaqué suivant l'usage suivi à peu près jusqu'alors. Voir ledit titre chez Vander Haer, ***Chastelains de Lille***, 170.

Là ne se bornent point les originaux du XI.° siècle. Le diplôme que j'ai encore à signaler, fort bien conservé, sauf le sceau qui est perdu, est émané du comte de Flandre, Robert-le-Frison. Il est ainsi daté : ***Actum apud Islam, in pretaxata ecclesia, anno Dominice Incarnationis MXCVI, indictione IIII, regnante rege Philippo Francorum, episcopante Ratbodo in Noviomensi seu Tornacensi ecclesia.*** Voyez en le texte dans Miræus, III, 665, où, comme toujours, il y a quelques fautes dont on trouvera la rectification dans notre ***Essai de revue critique des Opera Diplomatica***, in 8.°, Bruxelles, 1856.

TITRES DU XII.e SIÈCLE.

Mon dessein n'est pas de poursuivre la nomenclature rigoureuse des chartes et diplômes dont se compose ce fonds important. Ce n'est point un inventaire, c'est un simple mémoire, une brève notice que je prétends offrir ici. Toutefois, je voudrais énumérer quelques documents du XII.e siècle qui se rattachent trop bien à l'origine historique du chapitre pour être omis totalement.

Il y a même là un chirographe non daté, qui pourrait être des deux ou trois dernières années du XI.e siècle, comme aussi il peut appartenir aux douze premières du XII.e C'est l'acte par lequel Baudri, évêque de Noyon et de Tournai, concède aux chanoines de Saint-Pierre les autels d'Halluin et de Roncq; le chancelier Wido, qui souscrit ces lettres, était déjà en fonctions sous l'an 1098. Mentionnons aussi des lettres sans date du même Baudri qui, sur la proposition de Gueldolf, chanoine de Lille, accorde au chapitre l'autel de Wambrechies *(Wenebercis)*, avec les priviléges y annexés. Ce chirographe ne peut remonter plus haut que l'an 1100, ni descendre plus bas que 1112.

Le premier acte appartenant au XII.e siècle, et portant date certaine, est celui-ci : ***Actum Tornaci in ecclesia S. Marie, in presentia synodi, anno Dominice Incarnationis MCI, indictione nona, episcopante domno B. anno tertio, ego Guido, cancellarius legi et firmavi.*** Ce sont des lettres chirographiques de l'évêque Baudri qui confère au chapitre les autels de Lomme, de Lambersart, de Verlinghem et de Pérenchies. Imprimées dans les ***Observations sur l'Histoire de Lille***, par Wartel, 174.

L'ordre chronologique appelle ensuite un titre fort délabré, chirographe aussi, dont voici la date : ***Actum apud Insulam anno Domini Nostri J.-C., indictione III, regnante Francorum rege Ludovico, Tornaci episcopante Baldrico*** (1110). Il s'agit de la collation des autels d'Annappes et de Lesquin ***(Asnapia et Leschin)***. Une portion du sceau est encore appendue à l'acte. Ce privilége a été renouvelé en 1237, par l'évêque Wautier ou Watier. V. Wartel, 177.

Pour compléter ce qui touche Wervick, le même Baudri, sur la demande du doyen Walo et la proposition de l'archidiacre Lambert, concède au chapitre le bodium (1) dudit Wervick, moyennant certains services funèbres à célébrer en la collégiale. La date est exprimée ainsi : *Actum anno Dominice Incarnationis MCXII, indictione III.*

Il serait trop long d'analyser de la sorte tous les titres du XII.e siècle qui sont au nombre de 23. Faisons connaître encore pourtant quelques actes qui semblent offrir un intérêt spécial :

Telle est la bulle de Célestin II qui, à la demande du comte Thierri d'Alsace, confirme les biens de St.-Pierre. (2) Telle est aussi la charte de Robert de Wavrin, sire de Lillers, sénéchal de Flandre, qui, sous la date de 1193, à Fornes (Fournes), accorde émancipation de servitude à Julienne de Frigido Manso et à Alburge de Maresco, et ce pour l'amour de Sibille sa femme, et le salut des âmes de ses prédécesseurs et successeurs. Ce titre, encore revêtu du scel en bon état, figurera dans les pièces justificatives du présent mémoire.

TITRES DU XIII.e SIÈCLE.

A partir du XIII.e siècle, les actes deviennent beaucoup plus nombreux. J'en compte pour ce même siècle la quantité de 221, entre lesquels il en est bon nombre qui ne laissent pas que de présenter des documents curieux, au point de vue de l'histoire locale, des mœurs et coutumes du moyen-âge. Et d'abord nous trouvons un diplôme confirmatif de la fondation de l'église, par le roi Philippe-Auguste avec cette date : *Actum Parisiis, anno Incarnati Verbi millesimo ducente-*

---

(1) Ce mot *bodium*, qui paraît propre, non seulement à notre contrée, mais même à la juridiction capitulaire de Saint-Pierre, a une double signification. Tantôt il désigne une crypte ou chapelle souterraine, un caveau, terme d'où nous avons fait *bove* ou cave secondaire, c'est-à-dire creusée au-dessous de la première. Tantôt *bodium* veut dire espèce d'impôt ou de prestation appliquée à une habitation, à un établissement : et c'est, je crois, dans ce dernier sens qu'il faut l'entendre ici. Le mot *borda*, employé souvent aussi pour signifier maison, serait-il une variante de *bodium* ?

(2) Voyez Robin, p. 228.

simo secundo, regni nostri anno vicesimo quarto. Cet acte, en très-bon état, muni de son sceau bien entier, reproduit toutes les dispositions énoncées dans le titre même de fondation, sauf quelques différences dans les termes, lesquelles importent peu au sens général.

Je laisse de côté trois originaux de 1201 qui n'ont pour objet qu'une maison canoniale; mais je m'arrête à une charte de l'an 1212 par laquelle G., chanoine de Lille et archidiacre de Valenciennes en l'église de Cambrai, fait don au chapitre de huit volumes entre lesquels figure *le Pentateuque,* dont il se réserve l'usage viager. J'ai inséré ce diplôme au nombre des pièces justificatives du *Mémoire sur les bibliothèques publiques du département du Nord,* n.° XVII, page 155.

Un autre titre de la même année et du même mois d'août contient un sorte de sentence arbitrale, rendue par Barthélemi de Graincourt, abbé de St.-Aubert à Cambrai, qui termine une difficulté soulevée au sujet de la chantrerie de St.-Pierre. Il est assez rare de voir des corps établis dans le diocèse de Tournai recourir aux autorités qui dépenden d'une autre juridiction. Il semble surtout qu'il y avait à cet égard un sorte de défiance contre les titulaires ecclésiastiques Cambrésiens. L'acte ne déduit pas le motif qui a dicté ce choix un peu insolite

Mentionnons enfin une charte de la même année (décembre) où, sur la demande du chapitre, le chantre et l'écolâtre de Tournai, de concert avec le prieur de Fives, prononcent une sentence contre un chevalier nommé Urson de Fretin, coupable de quelques griefs contre la collégiale. Ce titre se trouve dans Vander Haer, *Chastelains de Lille,* 205.

Nous aurions maintenant à passer en revue une série de chartes qui ont pour objet un privilége grave et singulier dont jouissait le chapitre et qu'il appliqua surtout durant ce XIII.e siècle. Je veux parler du droit d'arsin.

Ce n'est pas que ce droit fût tout spécial à l'église de St.-Pierre. D'autres dans la contrée en usaient aussi. La keure ou loi, donnée en juillet 1240 aux villes de Bourbourg et de Bergues St.-Winoc, porte que toute maison où l'on aura reçu un banni sera brûlée.

Mais nulle part cette prérogative n'est mieux prévue et plus souvent exercée que dans la juridiction capitulaire dont il s'agit ici. Le magistrat de Lille contesta souvent au chapitre ce même privilége, et l'exerça plus d'une fois. J'ai, du reste, traité la matière assez amplement en un mémoire intitulé : ***De l'arsin et de l'abattis de maison dans le nord de la France***, in-8°, Lille, 1842. Ici, je n'ai qu'à signaler les actes les plus marquants qui s'y rattachent.

Le plus ancien titre du fonds de Saint-Pierre où il soit question de l'arsin, est un diplôme de la comtesse de Flandre, Marguerite, qui condamne à l'amende et à la réparation du dommage, le prévôt de Lille, pour avoir fait brûler deux maisons sises à Quesnoi-sur-Deûle, juridiction de Saint-Pierre, et déclare que cet arsin ne portera point préjudice aux priviléges et immunités du chapitre. *Orig.*

Nous trouvons ensuite une bulle du pape Innocent IV, ainsi datée : ***Datum Lugduni, XIII kal. maii, pontificatus nostri anno septimo*** (1249, 18 avril.) Dans ce titre, l'Eglise, toujours contraire aux guerres privées, se montre encore ici fidèle à ses principes d'ordre et de paix, en condamnant les échevins lillois « qui, se prévalant d'une téméraire usurpation nommée par eux ***coutume***, osent, dans le cas de voies de fait commises par les hommes de l'église, mettre le feu aux maisons et aux biens de ceux-ci, sans avoir même requis l'intervention dudit chapitre, bien qu'il soit toujours disposé à faire bonne justice. » (1)

Le magistrat de Lille se tint si peu pour battu alors, qu'en 1280 il exerça un nouvel acte d'arsin à Esquermes, sur un bien de Saint-Pierre, en la maison de Gilles Mantiau dont le fils, d'ailleurs, avait tué une bourgeoise de Lille. De là contestations nouvelles qui amenèrent le magistrat à déclarer authentiquement, par acte ***saiélé l'an del incarnation Nostre Signeur mil CC quatre vins et un, le jour de***

---

(1) « Domos et bona eorumdem hominum incendere ac alias devastare contra » justiciam, pretextu temerarie usurpationis quam ipsi appellant *consuetudinem*, » pro sua voluntate presumant..... quamquam dicti decani et capitulum, prout » spectat ad ipsos, sint parati querelantibus de suis justicie plenitudinem exhibere. »

mai (1), qu'il avait pratiqué à tort cet incendie judiciaire. Quant au chapitre, il persista longtemps encore dans ce mode de vindicte, qui portant finit par tomber en désuétude, de façon qu'à l'époque où écrivait Buzelin (1625), il n'en restait plus vestige. (*nullumque nunc paret vestigium.*) GALLO-FLANDRIA, 537.

Voici l'indication des autres titres du fonds de Saint-Pierre, concernant l'arsin :

Bulle du même pape Innocent IV, 1249, 7 octobre. Mêmes dispositions que dans celle du 18 avril de ladite année.

Vidimus de la première des bulles ci-dessus, par Watier de Croix, évêque de Tournai, sous une date ainsi conçue : *Datum anno Domini millesimo ducentesimo quinquagesimo, feria tertia post festum beati Barnabe apostoli* (1250, 14 juin).

Datum Duaci, anno Domini M. CC. quinquagesimo sexto, in vigilia beatorum Jacobi et Christofori. (1256, 24 juillet.) Lettres de Marguerite, comtesse de Flandre, qui ordonne au reward et aux échevins de Lille de réparer l'arsin commis par eux sur la maison d'une veuve, hôtesse du chapitre, dont le fils avait blessé un bourgeois.

Enfin, deux autres titres, portant la date du 19 novembre 1282, l'un au sujet d'un pèlerinage accompli par des habitants de Courtrai, pour réparation d'un arsin de l'année précédente ; l'autre est un vidimus de la restauration du même arsin.

RENOUVELLEMENT DE TITRES.

Il y eut dans ce XIIIe siècle, un fait diplomatique qu'il faut relater.

Le chapitre, remarquant que divers titres des deux siècles précédents avaient subi une notable altération matérielle et menaçaient de devenir illisibles, imagina de les faire revivre à l'aide d'une transcription bien et duement authentiquée. A cet effet, le doyen et les chanoines s'adressèrent à l'évêque de Tournai, Wautier de Marvis, qui crut pouvoir se rendre garant des chartes ainsi renouvelées. J'en trouve cinq restituées de la sorte, savoir :

---

(1) ROISIN, p. 295.

Sans date. *Privilegium de Ronc, de Haluin et Buesbeka.*

1101. *Privilegium de Ulmo, de Lambersart, de Verlinghem et de Perenchies.*

1110. *Privilegium de Asnapia et de Leskin.*

1112. *Privilegium de Vervi.*

1124. *Privilegium de Campinghem et de Seghedin.*

Chacun de ces vidimus épiscopaux débute comme il suit : « Walterus, Dei gratia Tornacensis episcopus, universis presentes litteras » inspecturis salutem in Domino sempiternam. Ex parte dilectorum » filiorum decani et capituli ecclesie B. Petri Insulensis nobis fuit humiliter supplicatum ut nos privilegium . . . ., quia, ut » dicebant, pro vetustate jam consumi ceperat, innovare dignaremur; » cujus privilegii tenor talis est . . . .
» Nos itaque, ipsorum precibus inclinati, dictum autenticum per can- » cellarium nostrum inspici fecimus diligenter ; et cum constiterit nobis » ipsum fuisse predicti tenoris, non cancellatum, non vituperatum, » non abolitum, nec in aliqua parte sui vitiatum, illud ex causa pre- » dicta, videlicet quia pro vetustate nimia jam consumi ceperat, duxi- » mus innovandum, non intendentes per hoc eis aliquid de novo con- » cedere, sed antiquum jus conservare. Datum anno Domini » M° CC° XL° septimo, feria quinta ante Purificationem. »

Ces titres, à l'exception d'un seul, sont munis du sceau de l'évêque debout, avec cette légende : *S. Walteri Tornacensis episcopi;* au revers dudit sceau, la face du prélat mitré, avec ces mots : *custos sigilli.*

TITRES DU XIV.e SIÈCLE.

Le XIV.e siècle ne nous présente pas moins de 360 titres, bulles, chartes ou diplômes isolés ; entre lesquels il en est beaucoup qui ont bien leur intérêt ou historique ou topographique, ou même moral. Il y a là maints actes où les rois de France apparaissent, comme il leur sied, avec autorité et dignité, nonobstant la fierté flamande qui, parfois insoumise, est néanmoins toujours heureuse de revendiquer cette haute et salutaire protection.

Ainsi, dès les premières années de ce siècle, c'est Philippe-le-Bel qui règle la juridiction du chapitre à Vlamertingue, près d'Ypres, 25 février 1301, ou qui statue sur les limites de l'exercice judiciaire de haut et de bas *cum armis et de nocte*, même date; c'est Philippe-le-Long qui établit quand, comment et jusqu'où le chapitre aura puissance sur ses hôtes, 28 octobre 1318, ou bien qui repousse jusqu'à plus ample informé les prétentions d'une certaine Catherine, veuve d'un receveur royal, à l'encontre de MM. de St.-Pierre; ou bien enfin le même roi détermine ce que Gilles Horquin, bailli de Lille, peut et doit exiger d'émoluments à raison de services rendus.

Plus tard, c'est-à-dire le 17 novembre 1322, Charles IV, dit le Bel, mande au bailli de Lille ce qu'il a à faire touchant la perception des rentes du chapitre.

En un mot la main royale ne cesse de s'étendre vers nos chanoines, soit en témoignage de faveur, soit en signe de répression. Il y a seize titres émanés du trône durant ce XIVe siècle, titres dont voici l'indication sommaire, sauf ceux que nous venons de citer :

1308, 13 février. Ordonnance du roi Philippe pour le paiement des redevances à l'église St.-Pierre.

1328, 2 février. Lettres du roi de France pour les hommes et les possessions de l'église de Lille dans le comté de Flandre.

1335, 22 décembre. Accord imposé par le roi de France, sous peine d'amende, entre le comté de Flandre et les habitants de Courtrai, d'une part, et le chapitre de Lille, d'autre.

1337, 25 juin. Copie des commissions données en vertu des lettres du roi de France, concernant l'affaire du chapitre contre Baudart Ansel.

1337, 5 septembre. Lettres du roi relatives à la même affaire.

1338, 6 août. Mandement du roi pour avoir main-levée des fruits d'une chapelle fondée sur les revenus du domaine royal, à Lille.

1340, 13 janvier. Lettres du roi Philippe donnant quittance de deux termes de dîmes au chapitre de Saint-Pierre, pour le dédommager des pertes que la guerre lui avait fait éprouver.

1346, 23 janvier. Ordonnance du roi sur l'arrangement à intervenir entre le chapitre de Saint-Pierre et Guillaume de Hénin-Liétard et le seigneur de Loubrech, pour avoir tenu en prison un père et son fils, hôtes levant et couchant dudit chapitre.

1350, 2 mars. Lettres du roi qui défend aux maîtres des garnisons de guerre de rien percevoir sur les chapelles de la maison d'Alluix ou Arleux en Gohelle.

1357, 14 décembre. Lettres du roi Jean II pour faire payer au chapitre de Saint-Pierre une rente que le receveur de Lille lui refusait.

1364, 1 mars. Lettres du roi de France Charles V pour rétablir le chapitre, contre une entreprise du prévôt de Beauquesne, faite à Arleux (1).

1369, 1 juin. Lettres du roi ordonnant que ses sujets ne pourront entrer sur la juridiction du chapitre de Saint-Pierre, sans appeler la justice dudit chapitre pour affaire de dettes.

1369. Lettres du roi Charles touchant les gardiens.

TITRES DU XV.e SIÈCLE.

Le XVe siècle va nous fournir 625 titres, parmi lesquels je remarque d'abord 12 ou 13 bulles des papes Eugène IV, Pie XI, Paul II, Sixte IV; soit pour collation d'indulgences, fondation de chapelles, soit pour confirmation des priviléges de l'église et son affranchissement de l'autorité épiscopale, soit enfin pour déterminer les cas où la foranéité, c'est-à-dire l'absence du bénéficier, lui ôte tout ou partie du bénéfice.

Mais, outre ces actes pontificaux, souvent trop solennels pour être historiquement curieux, en voici d'autres qui peut-être comportent tant soit peu ce dernier genre d'intérêt.

Ce qui domine, au point de vue social, dans les actes de toute nature,

---

(1) Il est dit dans ce titre que le chapitre ne doit point profiter pour lui même du bien d'Arleux, mais que ce bien doit être employé en aumônes et à l'entretien des pauvres clercs pour le service de l'église.

à l'époque dont nous parlons, c'est la lutte qui se poursuit entre les deux pouvoirs, entre l'église et l'hôtel-de-ville. Ainsi, dès l'an 1404, 11 juillet, apparaît un mandement de la duchesse de Bourgogne, Marguerite, qui enjoint au gouverneur de Lille de sauvegarder le chapitre toujours et contre tous. Ce sont ensuite des lettres du 8 juin 1409, qui ordonnent la mise en liberté de Jean de Noyelles, chapelain de Saint-Pierre, détenu à tort par le lieutenant du gouverneur ; puis d'autres lettres, 13 mai 1414, disant que les sujets et hôtes de Saint-Pierre ne sont pas tenus de faire le guet au mandement des échevins, même en temps de guerre ; puis encore, 22 mars 1417, procès verbal authentique de la restitution solennelle d'un chapelain de ladite église, mal à propos gardé ès prisons de la ville. Bref, la litanie serait longue s'il fallait réciter chacun de ces papiers revendicatoires ou comminatoires à l'égard de la puissance urbaine.

Ici, comme au siècle précédent, le pouvoir royal intervient à des époques rapprochées, tantôt pour concilier un désaccord, tantôt pour rappeler à l'ordre le chapitre qui se méprend de chemin, et qui, au lieu de réclamer à Paris la décision monarchique, s'en va à Rome invoquer l'arbitrage pontifical. Ainsi, le 14 août 1459, le roi Charles VII châtie Antonio Rolen et ses procureurs, pour s'être adressés à Rome à effet d'obtenir confirmation d'un bénéfice conféré par le prévôt A. de Poitiers ; ce qui était un attentat à la pragmatique. Ainsi encore, en janvier 1481, le duc et la duchesse d'Autriche, Maximilien et Marie, font défense au chapitre d'attraire ses sujets hors du pays ou en cour de Rome, pour procès criminel.

TITRES DU XVI.e SIÈCLE.

A mesure que nous avançons vers les temps modernes, les actes deviennent plus nombreux ; mais ils perdent quelque chose au point de vue de l'intérêt historique. Ce sont le plus souvent des titres d'acquisition, d'échange, des concessions territoriales ou pécuniaires, surtout des pièces de procédure : car on ne laissait pas que d'être processif dans ces maisons de paix et de concorde. Tant il est vrai que l'homme altère et dénature insensiblement les choses les plus pures, les plus saintes.

Le XVI.e siècle, et les deux siècles qui le suivront, ne me paraissent donc pas comporter un examen très-minutieux. A dater de l'an 1500, l'originalité s'efface, les traits de mœurs s'émoussent; et il reste peu à glaner dans ce champ historique désormais moins fertile.

Toutefois, ne prenons pas trop en dédain ces documents d'une date plus voisine de nous et n'abusons pas de la maxime : *major e longinquo reverentia.* En y regardant bien, nous recueillerons encore dans ce seizième siècle plus d'un fait de réelle histoire, plus d'une notion tranchée de caractère. Et, pour parler avant tout des œuvres de charité, voici venir le testament de l'écolâtre Gillesson, dont le nom toujours populaire à Lille, demeure appliqué à une cour (1) ou impasse enclavée dans la vaste enceinte du Cirque.

Ce testament, daté du 13 octobre 1516 et qui suppose une belle opulence, fonde un obit annuel en mémoire de Philippe I.er, roi de Castille, et un autre pour le cardinal de Saint-Marc ; il veut qu'à chacun de ces obits treize pauvres soient habillés. Il ordonne de plus d'en revêtir pareillement treize autres, tous les ans le jeudi et le vendredi avant le dimanche des Rameaux. Ce n'est pas tout : Gillesson décide encore qu'outre les treize pauvres ci-dessus, treize autres reçevront et se partageront, aux jours précités, une rasière de bled convertie en pain blanc. Enfin il assigne, annuellement, à l'hôpital de Seclin six rasières et demie de bled et neuf rasières et demie d'avoine, imputables sur la cense dite le *Plat des Envis,* audit Seclin.

Le testateur prévoit d'ailleurs sagement les incidents et difficultés que pourront faire naître ses distributions charitables, et il y met ordre par avance.

De nos jours, on fait, je crois, l'aumône avec plus de méthode et de légalité ; mais je n'oserais dire qu'on la fait mieux.

---

(1) La cour Gillesson et non *Gilson*, comme il est mis sur l'écriteau, est ainsi désignée à cause de cette phrase du testament : « Toute une choque de maisons où » sont plusieurs demeures et louaiges que ledit comparant avoit séans en ladite ville » de Lille, auprès du pont de Roubaix, tenant d'un sens à l'héritage de Le Motte. » appartenant à Mme. la ducesse de Vendosme, chastelaine de Lille, et de tous » aultres sens, encloses de la rivière passant illecq. »

DE L'ÉCOLATRIE ET DES ÉCOLATRES.

Entre les priviléges que, durant ce siècle, le chapitre voulut revivifier parcequ'ils semblaient déchoir, il ne faut pas omettre les prérogatives attachées à la dignité de l'écolâtrie. Celui qui en était pourvu régissait toutes les écoles du ressort. Nul ne pouvait en ouvrir ni enseigner sans son entremise. Ce droit, qu'on faisait remonter à une charte de 1228, fut souvent contesté, soit par le magistrat de Lille, soit par les maîtres et maîtresses d'école qui le supportaient assez impatiemment.

A propos d'écolâtrie, je voudrais bien établir ici la nomenclature chronologique des écolâtres du chapitre, laquelle jusqu'à présent n'a pas été publiée. Or les titres que j'ai sous la main ne me fournissent les éléments à ce nécessaires qu'à partir de la fin du quinzième siècle. Pour les temps antérieurs je ne trouve que quatre noms, savoir :

Raimbert, XI.e siècle. — Clément, 1209. — Gilles de Bruges — Ernest, 1290. — Jacques de S. Thierry, 1292.

Puis viennent : Nicolas Flouret, 1489. — Jean Le Batteur, 1494. — Robert Gillesson, 1520. — Georges Immelot ou Ymelot, 1549. — Paul Fabry, 1588. — Jean Le Duc, 1590. — Bertrand Verviano, 1616. — Jean de Lannoy, 1657. — V. Vermeulen, 1670. — Charles Maquire, 1698. — Jean Brecwelt, 1712. — Nicolas Gouriot, 1740. — Jean de Valory, 1752. — Ch. Jos. Chevalier, 1755. — Fr.-Alexis-Jos. de Muyssart, 1786. — André-Jos.-Marie Wacrenier, 1789.

UN MOT SUR L'HISTOIRE LITTÉRAIRE DE LA COLLÉGIALE.

Il y a trop d'affinité entre les archives d'un corps religieux et son histoire littéraire pour que l'on puisse traiter des unes sans aussi aborder l'autre. Essayons donc de faire connaître avec quelques détails les hommes et les productions qui, sous ce rapport, ont plus ou moins illustré le chapitre de St.-Pierre.

La collégiale était fondée depuis peu de temps que déjà Raimbert, son premier écolâtre, disciple de Jean le Sophiste, se signalait comme

coryphée de la secte des nominaux. Tandis que Raimbert professait cette doctrine, une autre école rivale, qui brillait à Tournai, finit par éclipser celle de Lille. Voyez *Histoire littéraire de France*, VII, 132, IX, 584.

— Après Raimbert, je n'aperçois plus, pour cette époque, ni livres ni écrivains à mentionner, si ce n'est le chanoine LETBERT, qui devint abbé de St.-Ruf, lorsque déjà il avait produit un ouvrage remarquable intitulé *Flores psalmorum*, qui reposait manuscrit à l'abbaye des Dunes, à St.-Martin de Tournai et à Braine près de Soissons (1). Voyez *Voyage littéraire de deux bénédictins*, in-4.°, Paris, 1724, page 25. En tête du manuscrit on lit une épitre de Gautier, évêque de Maguelonne, aussi chanoine de Lille, qui fait l'éloge de Letbert et de son livre. L'abbé Le Bœuf a voulu démontrer que Letbert n'appartint jamais au chapitre de Lille ; mais Dom Rivet, appuyé par l'abbé de Valory, l'a revendiqué par de bons et solides arguments. Voyez *Hist. littéraire de France*, t. X, *Additions et corrections*, LXXIII-LXXV. Quant à Gautier, évêque de Maguelonne, quoiqu'en ait dit Dom Rivet lui-même, il ne fut point prévôt, mais tout simplement chanoine de St.-Pierre. *Ibid.* Letbert a son article dans l'*Hist. litt. de France*, IX, 570, 578. Il est nommé parmi les premiers chanoines de Saint-Pierre. (V. ci dessous, p. 30.)

— Le XII.e siècle semblerait avoir été littérairement stérile pour le chapitre, si nous n'y remarquions LAMBERT qui, chanoine et grand chantre à St.-Amé, fut créé évêque d'Arras, quand on sépara, en 1092, ce diocèse d'avec celui de Cambrai. Ses œuvres, révélées par Guillaume Cave, puis par Casimir Oudin, sont bien et amplement décrites dans l'*Histoire littéraire de France*, X, 38-59.

— Adam *de* LA BASSÉE, assez renommé comme auteur du livre intitulé : *Ludus super Anti-Claudianum Alani de Insulis*, était, on le sait bien, chanoine de Saint-Pierre ; mais ce qu'on sait moins, c'est l'époque précise où il a vécu. Au dire de Paquot, A. de La Bassée était *apparemment du XIV.e ou du XV.e siècle*. On ne peut pas se mettre plus au large. Une charte de Saint-Pierre, datée de 1305, le vendredi avant la Saint-Martin d'hiver, nous permet de dire quelque chose

(1) Il en existe aujourd'hui une belle copie à la bibliothèque de Lille. (V. notre *Catal. des Mss.*, 18 et 401.)

de moins vague. Ce titre parle, comme d'une personne alors vivante, de *Bietris li Auberoise, suer jadis à signeur Adam de la Bassée, canone de Lille;* il suit de là qu'A. de La Bassée ne vivait plus quand l'acte fut rédigé, mais qu'il existait peu de temps auparavant. Concluons donc que cet écrivain appartient réellement au XIII.e siècle. M. Dupuis le pensait déjà ainsi dans sa notice sur Alain de Lille. Voyez *Catalogue des manuscrits de Lille,* 420.

— Nous trouvons ensuite Jean DE MONTREUIL qui, de prévôt de St.-Pierre, devint chanoine de Paris, puis secrétaire du roi Charles VI, et qui fut assassiné, en 1418, à Paris, par quelques bourguignons. Les bénédictins de Saint-Maur ont inséré au tome II de leur *Amplissima Collectio,* une série de 76 lettres de Jean de Montreuil, intitulée : *Epistolæ selectæ ad varios reges, prælatos et principes.* Ces lettres répandent beaucoup de lumière sur l'histoire de l'époque.

— Il n'y a rien dans les archives de Saint-Pierre, à notre su du moins, qui témoigne officiellement que FROISSART ait été chanoine de cette collégiale. Toutefois il le semble dire lui-même dans sa chronique. Voyez, d'ailleurs, Buzelin, *Gallo-Flandria,* 25.

— Un autre écrivain du XVe siècle qui a fait plus encore, c'est le chanoine Jean MIÉLOT, connu aussi comme secrétaire du duc de Bourgogne. Feu M. de Reiffenberg, mon savant ami, a fait valoir ce personnage dont on ne savait guère que le nom auparavant. Jean Miélot, né à Gaissart ou plutôt Gueschard, près de Dourlens, figure à plusieurs reprises dans les *Comptes de la recette générale des finances* de Flandre, de 1449 à 1462. Miélot ne devint chanoine de Lille que lorsqu'il était déjà attaché au duc de Bourgogne, avec le titre que nous venons de dire. Voici la nomenclature de ses œuvres, telle qu'elle est donnée par Reiffenberg, LE CHEVALIER AU CYGNE, *introduction,* p. CLXXI, et telle que je l'ai reproduite avec mes annotations dans le préambule du Catalogue des manuscrits de Lille, XXV : (1)

La controversie de noblesse entre Publius Cornelius Scipion

(1) Pour éviter les longueurs, on s'abstient d'ajouter ici ces notes, qu'on peut lire dans le préambule précité.

et Caius Flaminius, trad. du latin de Bonne-Surse de Pistoye (Bonus Acursius), en françois, par Jean Miélot, 1449. — *Débat* (ou début) *d'honneur entre trois chevaleureux princes*, traduit par Jean Miélot. — *Vie et miracles de saint Josse*, 1449. — *La vie de sainte Catherine*, 1467. — *Le miroir de l'humaine salvation.* — *Le miroir de l'âme pécheresse*, par un chartreux. — *L'épitre d'Othéa, déesse de prudence*, à Hector. —*Rapport sur les faits et miracles de saint Thomas*, apôtre et patriarche des Indes. — *Le traité des quatre dernières* choses. — *Avis directif pour faire le passage d'outre-mer.*— *Sermon de l'oraison dominicale*, par un moine noir qui, sur la fin de ses jours, s'est fait franciscain. — *La passion de saint Adrien.* — *L'épistre de saint Bernard, de la règle et manière comment le mesnage d'un bon hostel doit être prouffitablement gouverné.* — *Martyrologe*, trad. en 1462, 2 vol. in-fol. — *Lettre de Cicéron à son frère*, traduite en 1468. — *Traité de jeunesse et de vieillesse, extrait du livre des eschez amoureux et puis converti en langaige françois.* — *Proverbes françois par ordre alphabétique*, en vers. — *Traité de morale*, extrait de Cicéron, Horace, Virgile et Sénèque. — *Traité ascétique sur la passion.* — *Un petit traité sur la science de bien mourir*, 1456. — *Cy après s'ensieut une briève doctrine donnée par saint Bernard.* — *Traittié des louenges de la très-glorieuse vierge Marie, fait et compilé jadis sur la Salutation angélique.* Enfin, graces à M. le baron de La Fons de Mélicocq, savant et heureux investigateur de toutes nos antiquités, nous savons maintenant que Mélot est aussi traducteur de la *Légende de saint Fursy*, dont le manuscrit repose à la bibliothèque de Péronne. (1)

On s'étonne que Jean Miélot ne figure pas dans la compilation intitulée *Scriptores Insulenses*, reposant à la bibliothèque de Lille; mais on y trouve un article consacré à Jean Immelot, qui est évidemment le même que Miélot.

(1) Ajoutons que Miélot faisait ses versions par ordre de Philippe-le-Bon, duc de Bourgogne. Voyez, sur les défauts de ces traductions, *Histoire littéraire de France*, XXI, 205-206.

— Jean Capet, natif du village d'Ascq près de Lille, fut proclamé maître ès-arts à Louvain, en 1549, et bientôt après occupa la chaire de philosophie au collége du Château dans la même université. Il était licencié en théologie, lorsqu'en vertu des priviléges académiques, il fut pourvu d'un canonicat à Saint-Pierre de Lille. Jean Capet, mort le 12 mai 1599, est auteur de quelques œuvres théologiques, savoir : *De vera Christi ecclesia, deque ecclesiæ et scripturæ auctoritate*, in-8.°, Douai, 1581. — *De hæresi et modo coercendi hæreticos*, in-8.°, Anvers, 1591. — *De origine canonicorum et eorum officiis;* item, *De perpetua sacerdotum castitate*, in-8.°, Anvers, 1592. — *De indulgentiis*, in-8.°, Lille, 1592. Foppens mentionne en outre d'autres traités inédits de Jean Capet qui se conservaient, dit-il, au collége de Saint-Paul, à Lille. Or, il n'y a jamais eu à Lille un collége de Saint-Paul; et nul de ces mêmes traités ne figure dans le catalogue des manuscrits de la bibliothèque communale, qui a pourtant recueilli tous ceux que possédaient les maisons religieuses de cette ville.

— Toussaint Carette, qui n'a point d'article dans les *Scriptores Insulenses*, était chapelain de Saint Pierre ; il a écrit une chronique ayant pour titre : *Recueil* de plusieurs choses mémorables, tant chroniques que plusieurs choses notables avenues de notre temps. Ms. in-folio à la bibliothèque de Lille. V. Catal. des mss. de cette ville. 213 et suiv.

— Né vers 1549 à Louvain, la ville aux fortes études, mort à Lille le 21 février 1634, Floris Vander Haer doit avoir son rang dans l'histoire littéraire de la contrée. Le chapitre de St.-Pierre se l'associa de bonne heure et lui conféra à l'unanimité, le 27 septembre 1599, la charge de trésorier, vacante par le décès de Hugues Destailleurs. L'impression a fait connaître de lui les ouvrages suivants : *De initiis tumultuum belgicorum...... libri duo*, in-12, Douai, 1587. Ce livre a eu une seconde édition de pareil format à Louvain en 1640. Bonne histoire, élégamment écrite, qui mériterait une traduction et des notes ; 2.° *Antiquitatum liturgicarum arcana......* in-8.° Douai, 1605. Ce fut une circonstance fortuite, une conversation de

quelques instants qui donna naissance à ce traité, moins érudit assurément que les ouvrages du cardinal Bona, de dom Martin et du P. Lebrun sur la même matière, mais pourtant très-consciencieux et instructif. Un jour donc, l'auteur se trouvant chez le marquis de Renty, on vint à parler du meilleur mode d'entendre la messe. Les hautes dames qui se trouvaient là, M. de Renty lui-même, furent d'avis que la méditation était le moyen par excellence. Vander Haer seul déclara et soutint qu'il vaut mieux suivre et entendre les propres prières du sacrifice. Le marquis finit par se ranger à l'opinion du chanoine, qui dès le lendemain se mit à l'œuvre et écrivit ce traité, où est développée et motivée l'opinion défendue par lui. Le livre est dédié à M. de Renty, qui en avait fourni l'occasion; 3.° ***Les chastelains de Lille, leur ancien estat, office et famille***, petit in-4.°, Lille, 1611. Bon livre encore, indispensable à quiconque veut étudier un peu à fond l'histoire de notre grande cité. Ce sont là toutes les productions imprimées de Vander Haer, mais ce ne sont pas toutes ses œuvres. Il a encore composé: 1.° ***Prætor peregrinus seu etymologicum dictionarium***. Il est fâcheux que ce glossaire ne se retrouve pas. Il offrirait sans nul doute des données curieuses touchant notre vieux langage et ses idiotismes; 2.° ***Exercitia pœnitentialia numero quindecim***; 3° ***Historia Flandriæ ab anno*** 1039 ***ad annum*** 1537, in-folio? 4.° ***Vita Balduini Insulani, comitis Flandriæ***, in-4.°; 5.° ***Livre contenant tous et quelconques les biens et charges de la trésorerie de Saint-Pierre, selon qu'il en est en ce présent an XVI et sept***, vol. oblong. Ce dernier manuscrit repose à la bibliothèque de Lille sous le n.° 252. Quant à ceux qui précèdent, ils gisent on ne sait où, peut-être chez quelque dépositaire qui n'en sait que faire et qui, un de ces jours, pourra récréativement les livrer aux flammes ou à l'épicerie, ce qui revient au même.

M. Arth. Dinaux signale aussi un manuscrit que possédait M. Ducas et intitulé ***Extrait du registre aux cognoissances, etc.***; plus une ***Histoire de Ste.-Gertrude de Louvain*** et une ***Histoire de France***.

Enfin, il y a dans la vie de Vander Haer et dans ses œuvres une petite portion qui semble n'avoir pas été soupçonnée jusqu'à présent

et que nous venons d'apercevoir. Déjà chanoine, mais bien loin encore de la dignité de trésorier, Vander Haer fut invité par le magistrat de Lille à accepter la mission de réclamer auprès du gouvernement de Bruxelles contre les déprédations et désordres de toute nature que commettaient les gens de guerre à Lille et aux environs. Cette mission est constatée dans une série de 24 lettres, presque toutes écrites par Floris audit magistrat pour lui rendre compte des démarches faites et de leur suite. Ces missives seront peut-être publiées un jour.

— Jacques Fauquembergue, né à Lille en 1591, entra dans l'état ecclésiastique et devint chapelain-sous-chantre de la collégiale de St. Pierre. De bonne heure il conçut le projet de faire le voyage de Terre-Sainte. Sa mère, à qui il confia cette intention, le conjura de ne point partir tant qu'elle vivrait. Il le promit et tint parole. Or, la bonne mère mourut le 9 juin 1611. Après l'accomplissement des devoirs de piété filiale, Fauquembergue songea à accomplir son pèlerinage tant différé. Bientôt sept autres habitants de Lille s'associèrent à lui et l'on partit le 12 janvier 1612. Cette grande excursion s'accomplit sans encombre; et le 20 août on rentrait à Lille au milieu des félicitations publiques. Fauquembergue vécut jusqu'en 1641. Il a rédigé une bonne relation de son pèlerinage à Jésusalem. Il est encore auteur des productions suivantes qui n'ont pas été publiées non plus : *Tumuli et epitaphia aliquot ex quibusdam locis excerpta et* 1.° *ex S. Petri fano. mss. quæ extant apud D. Regnaut ; Concernentia aliqua confraternitatem S. Crucis, mss.; Rapsodium D. Ægidio l'Espierre canonico inscriptum a.°* 1609, *in quo capellaniæ in ecclesia collegiata S. Petri Insulis fundatæ, cum earum redditibus ac fundationibus reperiuntur, magno cum labore collectum.*

L'itinéraire à Jérusalem forme un volume, petit in-4.° de 212 p. Il est divisé en quatre livres aussi intitulés : Livre i, *contenant les choses de remarque depuis nostre département de Lille jusques à la susdite ville de Jérusalem.* Livre ii, *contenant les lieux saincts qui se voient tant au dedens qu'allenviron des sainctes citez et bourgades de Jérusalem, Bethléem. Bethanie, et montaignes de*

Judée. Livre iii, *contenant ce qu'avons vue et remarque et qui s'est passé depuis nostre département de Jérusalem jusques à la ville de Rome.* Livre iv, *contenant les remarques tant de la ville de Rome que de Lorette et des autres villes jusques à la ville de Lille.*

A la fin du manuscrit, on trouve une liste nominative de tous les pèlerins lillois qui ont accompli le voyage de Terre-sainte depuis l'année 1549 jusqu'en 1622, puis d'autres détails curieux sur la valeur des monnaies usitées dans les états et villes par où notre voyageur a passé, avec une nomenclature des distances de lieu à autre pour l'aller et le retour. Jacques Fauquembergue est mort à Lille, en 1641, et fut inhumé dans le cœur même de l'église St.-Pierre devant l'autel St.-Thomas de Cantorbery.

L'Itinéraire à Jérusalem appartient à l'auteur du présent mémoire.

— Jacques Hugues, fils de Josse, licencié en théologie, fut reçu chanoine théologal de Saint Pierre, le 6 novembre 1642. Plus tard il devint curé de Sainte-Catherine, en la même ville; ce fut sans doute lorsqu'il eut résigné sa prébende, le 22 octobre 1657, à Eustache de Froidmont. Rien ne prouve néanmoins l'exactitude de cette date. Nous ne connaissons pas davantage celle de sa mort. Il était censeur des livres. Jacques Hugues a laissé les ouvrages suivants. Foppens n'en cite que trois :

1.° *Artificium transitorium*, Lille, in-12.

2.° *Specimen optimi generis explanandi scripturas, novem psalmorum expositione*, Lille, in-12. 1646.

3.° *Psalmi cum canticis diurnarum horarum breviarii romani*, in-8.°, Douai, Balth. Bellère, 1647.

4.° *Regium ac divinum drama, sive ecloga a Spiritu Sancto sapientissimo regi dictata*, in-8.°, Douai, in-8.°, Bellere, 1649. Nota. Cette œuvre a été traduite sous le titre : *La royale et divine pastorale dictée par le St. Esprit au plus sage des mortels et par lui intitulée le Cantique des Cantiques*, in-8.°, Lille, Simon Le Francq, 1651.

5.° *Conjectures salutaires sur les signes précurseurs de la fin du monde*, in-8.°, Anvers, 1652.

6.° ***Vera historia romana seu origo Latii vel Italiæ ac Romanæ urbis, tenebris longæ vetustatis in lucem producta,*** in-4.° Rome, 1655.

Ce dernier livre encourut la censure prohibitive de la congrégation de l'Index, sentence prononcée le 3 août 1656.

— Le personnage dont j'ai a parler maintenant est bien né à Lille ; mais son nom tout méridional me le fait soupçonner d'origine espagnole. Le poëte songeait à ces castillans transplantés sur notre sol belge et peut-être à Balthasar d'Avila lui-même, lorsqu'il disait :

> Noble Flandre où le nord se réchauffe engourdi
> Au soleil de Castille et s'accouple au midi.

Du reste, Balthasar ne fut que sept ans chanoine de St.-Pierre ; et lorsqu'on voulut lui donner la prévôté du chapitre, il refusa humblement pour entrer dans l'ordre de St. François de Paule, sous l'habit de minime. C'est là qu'il écrivit son ***Manipulus Minimorum***, in-8.°, Lille, 1667, livre qui fut jugé digne d'avoir ensuite deux autres éditions, dont une à Gènes, en 1677. D'Avila était général de son ordre, lorsqu'il mourut le 2 février 1668. On voyait jadis dans l'église des Minimes de Lille, son tombeau orné d'une épitaphe énergiquement tracée. On citait ses sermons comme des modèles de grave éloquence. (1)

— Au 18.e siècle, nous avons à signaler plusieurs chanoines fort amis des lettres. Dans ce nombre, n'omettons pas l'abbé Ch. Fréd. de Valory qui, dès l'an 1705, était chanoine théologal, pour devenir ensuite doyen et prévôt. Aussi lettré qu'aucun autre dignitaire ecclésiastique du pays, il avait écrit une bonne histoire des prévôts ses prédécesseurs, qui ne se retrouve plus. L'abbé de Valory est mentionné, en outre, dans plusieurs livres importants de l'époque et entr'autres au t. X de l'***Histoire litt. de France, Addit. et correct.*** LXXIV ; il y a de lui dans les ***Nouveaux Mémoires*** de l'abbé d'Artigny, VII, 67, une

---

(1) Quentin Duret, de Lille, a trouvé moyen, dans sa *Poesis Anagrammatica*, in-8.°, Anvers, 1651, de produire neuf anagrammes en l'honneur de notre Balthasar, sur le thème : Pater Davila Generalis. Chacun de ces puérils tours de force est accompagné d'un quatrain ou d'un distique explicatif.

lettre curieuse où il réfute des observations hasardées, mêmes *Mémoires*, IV. 310 et suiv., au sujet de la procession de Lille.

— Il faut bien, avant de poursuivre cet aperçu biographique déjà long, parler aussi du chanoine Leclercq de Montlinot, homme de beaucoup d'esprit, qui n'avait point l'esprit de son état. Son *Histoire de Lille*, in-12, Paris, 1764, est si remplie de déclamations philosophiques et de sarcasmes incrédules sur les établissements religieux que le sentiment public se souleva sans délai contre un écrivain ecclésiastique qui poussait à un tel point l'oubli des bienséances. Au nombre des justes censures que ce livre eut à subir, il faut mentionner un petit volume anonyme intitulé : *Observations sur l'Histoire de Lille*, in-12, Avignon, 1765. L'auteur, Dom Wartel, religieux de Cysoing, y relève, non sans un peu d'amertume, mais avec savoir et sagacité, les erreurs passionnées commises par Montlinot, qui dès lors renonça à imprimer son second volume et résigna son bénéfice pour aller vivre à Paris, en y exerçant la librairie.

— Enfin, parmi les hommes lettrés dont le chapitre put s'honorer dans les derniers temps de son existence, il serait injuste de ne pas nommer Félix-Antoine-Joseph de Muyssart.

On sait que la famille de ce nom tient depuis plus d'un siècle un rang distingué à Lille. Le comte de Muyssart a laissé de fort bons souvenirs comme maire de cette grande cité durant la restauration. L'abbé de Muyssart, son frère, a été chanoine de Cambrai pendant l'épiscopat de M. Belmas, qui faisait de lui beaucoup de cas. Le maire de Lille et le chanoine de Cambrai étaient les neveux d'Antoine Félix qui figure pour la première fois, en qualité de chanoine de St.-Pierre, au chapitre général tenu le 23 juin 1780. Dès lors il paya son tribut sacerdotal par des prédications, des exhortations pieuses, des instructions catéchistiques qu'il soignait beaucoup ; nous en avons la preuve dans les manuscrits qui nous restent de lui et où sont consignées toutes les rédactions de ces œuvres. Il y en a un bon nombre qui se font lire avec intérêt. Félix de Muyssart mérita d'être élu écolâtre le 30 juin 1786, et conserva cette dignité jusqu'en 1788, époque où il fut remplacé par André Wacrenier.

Il se garda bien de prêter serment à la constitution civile du clergé; et, comme tant d'autres, il alla chez l'étranger chercher un asile que sa patrie lui déniait. Lorsqu'en 1803 le culte fut rétabli, de Muyssart rentra, mais ne reprit point de fonctions. Retiré à Marcq-en-Barœul, près de Lille, il y poursuivit sa carrière dans la retraite et vint mourir à Lille, le 13 décembre 1809.

DE QUELQUES ÉCRITS HISTORIQUES TOUCHANT LE CHAPITRE DE ST.-PIERRE.

Enfin, puisque la collégiale, outre ses célébrités personnelles, a eu ses vicissitudes historiques, on n'aura pas manqué d'écrire ses annales, et de raconter les faits dont elle a été ou le théâtre ou le témoin.

Certes, on a dans le moyen-âge et même plus tard, un peu abusé de l'histoire locale. La chronique du clocher a fait oublier parfois celle du pays. Gardons-nous de cet amour excessif du foyer qui finirait par éteindre dans nos cœurs un autre amour plus noble encore, celui de la patrie.

Néanmoins soyons justes ; et ne tenons pas en perpétuel dédain ce qu'ont fait ici et là nos modestes ancêtres, nos pasteurs, les gardiens de ces pieux monuments dont nous admirons encore certains débris, dont nous aimons à retrouver quelques vestiges. Et d'ailleurs, puisque la société, à tout prendre, n'est autre chose que la famille agrandie, généralisée, et que la patrie c'est encore le foyer, mais le foyer universel, lisons l'histoire à son point de départ, et telle que nos devanciers nous l'ont préparée.

Voyons donc ce qui a été dit et raconté de St.-Pierre de Lille. Déjà nous avons nommé l'œuvre de T. Carette, qui est moins une histoire de St.-Pierre qu'un résumé des annales de Lille.

L'abbé de Valory avait fait une histoire chronologique des prévôts, qui ne se retrouve plus ; et c'est fâcheux, car, écrite par cet homme judicieux autant qu'éclairé, ce devait être un document achevé.

M. Fevez, négociant à Loos, amateur très lettré, a bien voulu me communiquer un manuscrit ayant pour titre : Annales de l'église St.-Pierre de Lille, depuis sa fondation jusqu'en 1384. L'auteur ne

se nomme pas, mais les lignes suivantes, qui forment la clôture du mss nous le donnent assez à connaître. « J'en étois à cette année
» 1385, lorsque je quittai le secrétariat à la fin de 1777, avec l'in-
» tention de continuer cet ouvrage ; mais les circonstances m'en ont
» empêché. » Or, les actes capitulaires nous apprennent que le secrétaire qui se retira à la fin de 1777 était Ph. Jos. Delécaille, prêtre du diocèse d'Arras, choisi pour remplir ces fonctions le 11 juillet 1767, et pourvu, le 1.er décembre 1777, d'une prébende canoniale incompatible avec le secrétariat ; il n'y a donc plus de doute sur l'auteur de ces *Annales* qui sont intéressantes et dont j'ai pris un long extrait avec l'agrément de M. Fevez.

De nos jours aussi, le chapitre de Saint-Pierre a eu ses historiens. M. Brun Lavainne, dans son *Atlas de Lille*, parle avec savoir et convenance de ce corps distingué et des monuments que son nom rappelle. *L'histoire de Lille*, par M. Derode, présente de beaux détails et des notices curieuses sur notre collégiale que M. Bruneel aussi a mentionnée spirituellement, comme il fait toujours, dans son *Histoire populaire de Lille*. Enfin M. Tailliar, qui applique si habilement à l'ancienne jurisprudence ses profondes études historiques, a recherché dans l'organisation du chapitre de Saint-Pierre ce qui est de nature à jeter un nouveau jour sur nos institutions féodales et judiciaires du moyen-âge.

Mais ni M. Tailliar ni ses devanciers n'ont prétendu écrire une histoire complète de la collégiale. Elle nous a été donnée enfin sous le titre d'*Essai historique sur la collégiale de Lille*, Lefort, 1850, dédie au cardinal Giraud, archevêque de Cambrai. Tout porte à croire que la plume à qui on doit ce très-bon livre est une plume de femme, tant la touche féminine se révèle au milieu des faits, des noms et des dates dont l'*Essai* est rempli.

M. Armand Prat a publié tout récemment *La Gloire de Lille*, *coup-d'œil sur la collégiale de Saint-Pierre*, in 8.°, Lille, Lefort 1856. Cet opuscule, assez intéressant pour être trouvé trop bref, est clos par un tableau statistique du mouvement religieux dans l'arrondissement de Lille.

BIBLIOTHÈQUE DU CHAPITRE.

Point d'abbaye, point de chapitre sans bibliothèque. Partout où se rassemblent, sous les auspices de la religion, quelques hommes plus ou moins éclairés, plus ou moins amis des choses spirituelles, il faut des livres dépositaires de principes et de faits, des documents propres à entretenir le cœur et l'intelligence dans la voie où l'on s'est engagé.

Le chapitre de Saint-Pierre s'était établi d'une façon trop chrétienne pour ne pas sentir, dès son origine, ce besoin des aliments de l'esprit. Il eut donc, n'en doutons pas, sinon une bibliothèque proprement dite, du moins une librairie quelconque peu de temps après sa primitive constitution. Les diplômes du XI.e et même du XII.e siècle ne font, à la vérité, aucune mention de livres ou de *codices* à l'usage des chanoines; mais ce n'est pas à dire pour cela qu'il n'y en eut point. Il y avait pour le moins les œuvres des membres du chapitre, telles que le *Flores psalmorum* qui, au dire de Gauthier, évêque de Maguelonne, devait être à l'usage des chanoines.

Et d'ailleurs, ces chartes, ces bulles, ces actes conservés avec tant de soin, ne sont-ils pas eux-mêmes des espèces de livres, des monuments littéraires dont l'ensemble composait une quasi-bibliothèque dénommée *archives?*

Voici venir pourtant une mention formelle de livres. En 1212, G., archidiacre de Valenciennes, en l'église de Cambrai et chanoine de Lille, au moment de partir pour la Terre-Sainte, met à la disposition de ses confrères, huit volumes dont les quatre premiers contiennent le Pentateuque. Cet acte de donation se trouve dans notre *Mémoire sur les bibliothèques publiques du Nord*, p. 455.

Nous trouvons une autre mention analogue sous l'an 1289; c'est un titre par lequel Pierre de Rume, chanoine de Saint-Omer, donne tous ses livres à Jacques de Saint-Thierri, chanoine de Lille.

De la fin du XIII.e siècle jusqu'au XV.e, la bibliothèque du chapitre ne figure pas dans les actes qui nous sont passés par les mains. L'inventaire de Le Bon signale bien, I, 315, une lettre d'Isabelle de Por-

tugal, duchesse de Bourgogne, qui prie le chapitre de lui prêter quelques livres qu'elle voudrait faire transcrire ; mais nous n'avons point trouvé cette lettre dans les archives du chapitre, de 1429 à 1472, c'est-à-dire durant l'époque où Isabelle fut duchesse de Bourgogne, en qualité d'épouse de Philippe-le-Bon.

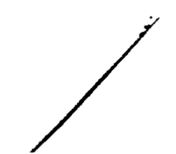
Le local qui renfermait la bibliothèque capitulaire finit par devenir insuffisant et inconvenant, de sorte que le 14 mai 1507, le chapitre décida qu'un édifice nouveau serait construit (1).

Divers chanoines aidèrent le chapitre dans cette réorganisation. Le doyen E. de Tenremonde, le chantre Wallerand de Crudenare, et surtout le prévôt Adrien de Poitiers, aidèrent puissamment le chapitre dans cette œuvre. Le dernier, qui mourut en 1508, lui légua tous ses livres.

Depuis, ladite bibliothèque fut de nouveau fort négligée. Elle était à peu près réduite à rien, lorsqu'au siècle dernier, le trésorier du chapitre, Jean Raymond de Valory, et son neveu Paul Frédéric, doyen, puis prévôt, parvinrent à restaurer ce dépôt littéraire, qui bientôt fut mis à la disposition publique des lecteurs, de sorte qu'on y trouva plus tard de quoi fonder la bibliothèque communale de Lille, si riche aujourd'hui et si bien tenue. Voy. *Mém. sur les bibl. du Nord*, 26 et suiv.

---

(1) La délibération est conçue en ces termes : *Fuit per dominos meos unanimi deliberatione conclusum quod pro honore ecclesiæ ædificanda est libraria, pro cujus loco deputando et eligendo assumantur ipsi ad hoc cognoscentes per D. scholasticum et magistrum fabricæ.*



PIÈCES JUSTIFICATIVES

I.

NOMINA FRATRUM ILLENSIS ECCLESIE A PRIMA CONSTITUTIONE.

Presbiteri.	Dyaconi.	Subdyaconi.	Acoliti.
Balduinus, ep.	Ingelrannus.	Gasterus.	Stephanus.
Guido, ep.	Rainerus.	Desiderius.	Guido.
Herigerus	Gebuinus.	Arnulphus.	Wibaldus.
Gossewinus.	Everardus.	Frumaldus.	Elbodo.
Willelmus.	Ingelrannus.	Lambertus.	Raulfus.
Albertus.	Galbertus.	Clarembaldus.	Helvinus.
Quintinus.	Hugo.	Raingerus.	Balduinus.
Renerus.	Salefridus.	Ingelrannus.	Godezo.
Halleguinus.	Verulfus.	Elbodo.	Warmundus.
Stephanus.	Theobadus.	Galterus.	Liebertus.

Cartulaire DECANUS, fol. XVI.

II.

Jean, évêque de Thérouane, statue sur la réparation et satisfaction dues au chapitre de Saint-Pierre par les hôtes qui avaient refusé un subside. — 1128. (Original muni du sceau de l'évêque, avec cette légende · *Johannes Dei gratia Morinorum Ep.*)

In nomine Patris et Filii et Spiritus sancti. Ego Johannes (1), Dei gratia Morinensium episcopus, notum fieri volo presentibus et futuris quod habetur in subditis. Cum Insulani clerici summa ecclesie sue necessitate constricti, ab hospitibus ecclesie, more aliorum dominorum, auxilium postulassent, illi vitio avaritie obdurati, comitem Flandrie Guillelmum Normamnum (2) adierunt, et ut ipse clericis ne exigerent et hospitibus ne clericis quicquam darent modis omnibus prohiberet seu prece, seu pretio effecerunt. Unde clerici antiquam ecclesie sue libertatem hac insolentia imminui posse formidantes, Francorum regem Ludovicum et Remorum archiepiscopum Rainaudum, privilegia romane ecclesie et auctoritatis

(1) Le B. Jean I.er occupa le siége de Thérouane depuis l'an 1099, jusqu'à sa mort, advenue en janvier 1130. Sa vie, écrite par Jean de Colmieu, l'un de ses archidiacres, se trouve dans Bollandus, à la date du 27 janvier. Notre évêque a lui-même écrit l'histoire de Robert-le-Frison, comte de Flandre.

(2) Guillaume Cliton, dit aussi Le Normand, investi du comté de Flandre, à Arras, le 23 mars 1127, par le roi Louis-le-Gros, qui lui retira alors le comté de Vexin.

regie secum deferentes, expetierunt et ut hanc injuriam ab ecclesia depellerent imploraverunt. Qui, considerato privilegiorum tenore, factum comitis detestati, ei ut ab hoc injusto ecclesie gravamine desisteret scripserunt. Unde die statuta, cum et nos litteris D. archiepiscopi invitati presentes essemus, causa in utriusque partis presentia in medium deducta et rationabiliter ventilata, communi baronum terre consensu et judicio diffinitum est clericos illos idem potestatis jus super hospites suos, quod alii principes terre super suos habere, nec ullam eis super hoc et quoquam principe violentiam inferri debere. Comes itaque ratione et judicio publice convictus jus ecclesie recognovit et de transgressione quam fecerat venia postulata et emendatione promissa, per nos indulgentiam et absolutionem reatus illius percepit. Que nimirum lectoribus et posterorum memorie placuit commendari, ut si forte in posterum talis causa emercerit, a simili excessu quelibet potestas actionis hujus, proventu considerato, valeat cohiberi. Actum Insule in conspectu ecclesie S. Petri, anno Domini MCXXVIII, indictione VI, coram his testibus : Roberto (1) Tornacensi archidiacono et predicte ecclesie preposito, Herberto Morinensi archidiacono, Absalone (2) S. Amandi abbate, Mainero capellano, Lamberto, Erenbaldo Teruanensibus canonicis, Roberto Betuniensi, Ingelberto de Petingem, Gualtero Tornacensi, Balduino dapifero, Rozone pincerna, Rogero (3) Illensi castellano, Hostone de Falchenberga (4), Gisleberto Bergensi castellano et multis aliis tam clericis quam laïcis (5).

---

(1) Robert, prévôt de Saint-Pierre et archidiacre de Tournai, était fils de Roger, châtelain de Lille.

(2) Sur Absalon, abbé de St.-Amand, V. *Cameracum Christ.* 180.

(3) Il y eut successivement plusieurs châtelains de Lille du nom de Roger. Celui-ci est sans doute Roger II, dit le Jeune. Voir Vander Haer, *Châtelains de Lille*, 190-191. Sur les droits et devoirs de ces châtelains, il faut lire *Roisin*, savamment édité par M. Brun-Lavainne.

(4) La maison de Fauquembergue comptait parmi ses plus illustres ancêtres Hugues de Fauquembergue, l'un des premiers Morins qui se croisèrent au onzième siècle. Il était fils de Hoston, châtelain de Saint-Omer

(5) Cette charte a été vidimée et confirmée : 1.° par Guillaume, archevêque, qui a apposé son sceau, au revers duquel on lit les mots : CONFIRMA HOC DEUS ; 2.° en 124, par Pierre, évêque de Thérouane. La charte de ce dernier est aussi munie de son scel.

III.

R. de Wavrin, sire de Lillers, sénéchal de Flandre, accorde la manumission ou émancipation de servitude à Julienne de Frigido Manso et à Alburge de Maresco, ainsi qu'à leur postérité. 1193.

NOTA. — Bien que publié déjà incorrectement, sous la fausse date de 1152 (1), par Buzelin, *Gallo-Fl.* 533, et par Miræus, III, 339, ce titre mérite d'être ici reproduit d'après l'original. Il fait époque dans l'histoire de l'émancipation des serfs et offre un curieux exemple de manumission.

Ego R. de Wavrin, dominus Liberii et seneschalcus Flandrie, omnibus tam posteris quam presentibus notum fieri in perpetuum volo, quod Julianam de Frigido Manso (2) et Alburgim de Maresco (3) et earum progenies, que michi et successoribus meis jugo servitutis obligabantur, divini amoris intuitu et pro anime mee et charissime urcoris mee Sibilie et antecessorum et successorum meorum salute, libere manumisi et eas omnino liberas feci, eisque tanquam liberis abeundi quocumque voluerint, et sese quibusque voluerint ecclesiis committendi potestatem liberam concessi, laudante pariter et concedente dilectissima uxore mea Sibilia, concedentibus etiam carissimo fratre meo Hellino et Hildiarde et Maroia et Ada sororibus meis, et R. de Senghin (4) et Gossuino, patruis meis, et A. de Meallens (5) et Y. de Spineto (6), amitis meis carissimis. Ne autem predictas J. et A. vel earum posteritatem aliquis sub nomine servitutis aliqua supprimere presumpserit exactione: Ego et uxor mea et omnes prescripti successores mei eas, vel earum progenies a quibuscumque ecclesiasticis personis manutenendas esse et sustinendas in sua libertate concessimus. Rogantes ut, si quis eam infringere vel in aliquo

(1) Vander Haer, qui le premier a publié ce titre, lui a donné sa véritable date; mais c'est d'après lui que Buzelin et Miræus y ont laissé plusieurs défectuosités. V. *Chastelains, de Lille*, 152.

(2) Je suis tenté de traduire *Frigidus Mansus* par *Fourmanoir*, *Fromanoir*. Or, il y a un hameau de Fourmanoir près d'Avesnes, et un autre nommé Formanoir, à Hardinghem, non loin de Guisnes.

(3) Ce mot peut signifier tout aussi bien *Maurois* que *Maretz*.

(4) Carpentier. *Hist. de Cambray*, 719, mentionne une Richilde de Senghin; mais ici il s'agit d'un homme.

(5) Il y a à Arras une porte et un faubourg du nom de Méaulens; mais on ne connaît guère, je crois, la famille qui se serait ainsi appelée.

(6) Y. d'Espinoi (de *Spineto*) n'est pas plus connu que A. de Méallens. Il y a en Flandre, en Hainaut, en Artois et en Picardie tant de villages, tant de hameaux intitulés Espinoi!

minuere attemptaverit, ecclesiastica ad satisfactionem compellatur districtione. Quod ut ratum et immutabile in perpetuum permaneat, presentem paginam tam sigilli mei appensione, quam testium annotatione communivi. Signo P. de Maisnilio, S. Russelli de Bosco, S. Hellini de Fornes, S. R. de Legni et B. fratris ejus, S. Nicholai Rifflard. Actum apud Fornes anno Domini MCXCIII (1).

IV.

Sentence de l'official de Tournai contre les échevins de Seclin qui avaient condamné des hôtes de l'église S.-Pierre à servir dans l'armée. 1222 (*Original scellé.*)

Magister Arnulfus, canonicus et officialis Tornacensis, universis presentes litteras inspecturis in Domino salutem. Noverit universitas vestra quod cum ecclesia B. Petri Insulensis veteres et novos scabinos de Seclinio coram nobis in causam traxisset, conquerens quod iidem scabini ejus submansores (2) condempnassent (3) eo quod, ad bannum domine comitisse Flandrie, arma sua non ostenderunt nec in exercitum perrexerunt, asserens quod in ipsius submansoribus non haberent potestatem et petens condempnationem illam irritam denuntiari, tanquam a non suo judice latam, et quod ulterius talia facere non presumerent. Petens etiam ab eis interesse suum quod estimat ad valorem ducentarum marcarum (4). Quia pro tanta pecunia nollet sustinuisse tantam injuriam sibi et suis hospitibus illatam à scabinis, lite contestata, testibus productis, auditis attestationibus, publicatis, instrumentis ecclesie in medium exhibitis, juris ordine per omnia plenius observato, diem partibus prefiximus ad audiendum diffinitivam sententiam. Nos itaque hinc inde propositis diligenter inspectis, intentione ejusdam ecclesie tam instrumentis quam testibus sufficienter

(1) Carpentier, *Histoire de Cambray*, 3.e partie, p. 54, a donné un texte de cette charte, mais à sa manière, c'est-à-dire qu'il l'a dénaturée et viciée, soit par des incorrections proprement dites, soit en y introduisant des noms propres dont il n'est nulle trace dans l'original : *Mancicourt*, *Neuville*, *Bruille*, *Lo*, *Ruffelaert*, *Caleward*.

(2) *Submansor*, *submanens*, sous-manant, sujet d'un seigneur ou d'une église et qui demeure sur leur terre.

(3) L'échevinage de Seclin qui, quatre ans auparavant, c'est-à-dire en 1218, avait été gratifié des mêmes lois et priviléges que la ville de Lille, voulait sans doute, dans le cas dont il s'agit ici, faire essai de ses nouvelles prérogatives.

(4) Le marc, monnaie de compte qui valait 20 sols douisiens, se divisait en 4 fertons.

probata, cum prefati scabini jus non habuerint prefatos submansores comdempnandi vel eorum terras saisiendi, de consilio discretorum sententialiter pronunciavimus dictorum scabinorum sententiam non valere in antedictos submansores occasione predictorum promulgatam, tamquam a non suo judice et contra ejusdem ecclesie libertatem latam. Precipientes scabinis ut terras dictorum submansorum auctoritate sue sententie ipsis etiam presentibus saisitas, sicut sufficienter probatum, ut liberas restituant vel restitui faciant indilate. Ipsis etiam injungentes ne tale quid ulterius contra prefatam ecclesiam vel contra ejus submansores presumant attemptare. Eosdem autem scabinos in decem et octo libras flandrenses, pro expensis litis legitime taxatis, denuntiavimus nominate ecclesie condempnatos. Actum anno Domini MCC vigesimo secundo, in vigilia Cathedre beati Petri.

V.

Sentence rendue contre Hugues de Lomme, qui avait fait insulte à un hôte de la collégiale. 1242. *Original muni de trois sceaux, dont deux subsistent.*

Universis presentes litteras inspecturis magister Rogerus, presbiter de Ulmo (1), Gerardus de Messines et Johannes de Marvis, canonici Insulenses, salutem in Domino. Noverit universitas vestra quod, cum inter viros venerabiles decanum et capitulum B. Petri Insulensis ex una parte, Hugonem de Ulmo militem et Jacobum de Le Montaigne ex altera, in curia Tornacensi questio verteretur secundum quam in libello dictorum decani et capituli super hoc constituto plenius continetur, cujus tenor talis est : Dicunt decanus et capitulum B. Petri Insulensis contra Hugonem de Ulmo militem et Jacobum de Le Montaigne, armigerum suum, quem miles verberavit et fecit verberari per dictum Jacobum Gerardum carpentarium, hospitem S. Petri Insulensis cubantem et levantem, super terram ejusdem ecclesie in qua terra ipsa ecclesia omnimodam habet juridictionem, et violenter tractavit et fecit tractari per dictum super terram ipsius ecclesie, in hoc infringens immunitatem ipsius ecclesie, in injuriam et dedecus non modicum ejusdem ecclesie et dicti hospitis sui gravamen. Quam injuriam, dedecus et gravamen petunt predicti decanus et capitulum sibi et ecclesie sue a predictis milite et Jacobo emendari. Dicunt etiam prefati decanus et capitulum contra dictos militem et Jacobum quod tantum dedecus et tantam

(1) *Ulmus, Ulma, Lhommum*, Lomme, à 6 kilomètres de Lille, sur la route de cette ville à Dunkerque. Les seigneurs de cette terre sont peu connus avant l'époque où elle échut (1321) à Jacquemon Le Prevost, par suite de son mariage avec Jeanne Le Borgne, héritière de Lomme. C'est la souche des Le Prevost de Basserode.

injuriam sustinuisse noluissent pro quadraginta libris flandricis (1); quas quadraginta libras petunt ab ipsis milite et Jacobo sibi reddi ratione injuriarum. Hec dicunt et petunt salvo sibi in omnibus juris beneficio. Datum anno Domini *MCCXL* primo, feria sexta post Reminiscere. Tandem dicti decanus et capitulum ex una parte et dictus miles ex altera, tam pro se quam pro dicto Jacobo super premissis in nos compromiserunt fide et juramento interpositis et sub pena viginti librarum flandrensium parti observanti dictum nostrum, ab ea parte que dicto nostro contrairet reddendarum, dicto Hugone altere parti post stipulationem promittente quod si dictus Jacobus hujusmodi compromissionem nomine suo a dicto Hugone factam ratam non haberet vel dictum nostrum non observaret, dicto capitulo nomine pene viginti libras flandrenses idem H. reddere teneretur. Nos vero super hiis que dictis decano et capitulo proposita fuerant contra dictos H. et J., veritate, prout decuit, diligenter inquisita et etiam intellecta, dictum nostrum pronuntiavimus in hunc modum, quod dictus miles in pleno capitulo B. Petri Insulensis corporaliter juraret quod nunquam de cetero super terram ecclesie B. Petri Insulensis scienter faciet infracturam, nec etiam manus violentas in hominem vel hospitem dicte ecclesie scienter injiceret, nisi ob defensionem proprii corporis hoc faceret; si dictum militem predicta vel aliquid predictorum facere contingeret et de predictis decano B. Petri Insulensis, post inquestam quam ipse decanus per se vel per alium facere poterit constaret, dictus H. sic super hoc convictus viginti libras flandrenses reddere teneretur, nomine emende, decano et capitulo supradictis. Quod quidem juramentum fecit dictus miles in nostra presentia in capitulo Insulensi constitutus. Pronuntiavimus etiam quod simile juramentum in omnibus et per omnia faceret dictus Jacobus apud Lomme in plena ecclesia, hoc adjecto quod dictus Jacobus, ibidem presentibus parochianis, Éverardo hospiti dicte ecclesie prestaret emendam super injuria et violentia quam ipse fecerat hospiti memorato, et quod predictus debet proficisci apud Boloniam super mare, causa peregrinationis et quod litteras abbatis (2) Bolonie patentes super sua peregrinatione peracta ad predictum capitulum reportaret. Dictus vero Evrardus portare debet emendam dicto militi eo quod verba minus decentia in ipsum militem protulisset. Et hec omnia debent fieri a predictis Hugone,

---

(1) La livre de compte, en Flandre au XIII.e siècle, n'était autre que la livre parisis; elle se composait de 20 gros ou sols et le sol de 12 deniers

(2) Il s'agit sans doute de l'abbé de N.-D. de Boulogne, monastère qui fut détruit et supprimé vers 1558. V. *Gall. Christ.*, X. 1856.

Jacobo et Evrardo, infra instans festum Nativitatis B. Johannis Baptiste, sub pena predicta. In cujus rei testimonium presens scriptum sigillis nostris fecimus roborari. Datum anno Domini millesimo ducentesimo quadragesimo secundo, mense maio.

VI

Achat pour le chapitre de rentes à Arleux-en-Gohelle. 1284, décembre. (*Chirographe original.*)

Sacent eskevin d'Alloes ki sunt et ki a venir sunt ke li diiens et li capitles de le église de St.-Pierre de Lille ont acaté à Alloes les rentes à yretage ke chi après seront noumées. C'est à savoir : IIII mencauds de blé de rente à Liétart de Say, desqueus Hues Tartarins doit II mencauds sour une mencaudée de soiesté (1) au Flesc-fossé et sour VI coupées de soiesté vers Aiscevile (2); et si en doit Symounes li niés Wilardin II m. sour IX coupées de soiesté ki siet au Vauciel. Et a Groelin III m. de blé de rente, les queus III m. Jehanot Pikete doit sour XI coupées de soiesté derrière le courtil le Prestre. Et de rekief a Groelin VI m. de blé de rente sour une mencaudée de soiesté descure le Rokiet et sour III mencaudées et s. de soiesté, derrière le mont, deseure le terre Jehan Béguin et sour une mencaudée de soiesté au senteron de Noevirele et sour IIII coupées et s. de terre à tierage en Herenguiauliu. Et a Thomas Le Borgne I m. de blé de rente sour sen més et a Jakemon Ramekin I m. de blé de rente sour sen més et sour IIII coupées et s. de soiesté ki sont se fille à le voie de Lens. Toutes ces rentes ont convent li devant noumé vendeur et li devant noumé deteur à devoir, cascuns pour se partie, sour les yretages devant noumés. A ces counissances furent comme eskevin Asses Kahes, Jehans li Karons, Jehans Groelins li vius, et manessiers li Alexandre; et si i fu Jehans Beguins comme sires. Ce fu fait en l'an de l'incarnation Nostre Signeur M. CC LXXXIIII, el mois de décembre.

---

(1) *Soiesté, soistura, soiestura,* dérivation barbare du mot *societas*, signifie ici partage égal des fruits entre le propriétaire et le censier, compte à demi.

(2) C'est sans doute Acheville, village tout voisin d'Arleux, et compris aussi dans la Gohelle, juridiction forestière qui renfermait dix-neuf villages, dont la plupart font maintenant partie du canton de Vimy

VII.

Donation au chapitre, par Grars de Fierlin, doyen de Saint-Géri à Cambrai, d'une maison sise rue d'Angleterre, 1322. ***Chirographe original.*** **Au dos on lit :** ***Les paraus de ces brevetiaus wardent Estievenes de Condet et mestres Robers dou Bos, qui sunt de le maison mestre Grard de Fierlin.***

Sacent chil ki sunt et ki avenir sunt ke mestres Grars de Fierlin (1) doyens del église Saint-Géri de Cambray, a donet et ordenet al église Saint-Piere de Lille, un hiretage que (2) il avoit séant en le parose Saint-Piere à Lille, en le rue d'Engletere, entre l'iretage Jehan Musin d'une part, et le grande maison mestre Grard dessus dit d'autre part. Li ques hiretages fu jadis Maryen de Marke; et le tient-on de le pairie de Avelin. Et s'en déshireta Philippes de Fierlin qui hiretiers en estoit bien et par loy et par avoet, qui dounée li fu à loy, et en issi bien et par IIII deniers. Et tant en fist li dis Philippes que jugeur dissent à le semonse dou seigneur qui sour chou les avoit conjurés que Philippes en avoit tant fait qu'il ni avoit mais droit, et que li sires l'avoit si en se main que pour ahireter piersone qui ne fust refusaules a le loy et ens ou non del église. Et apriés chou li sires rendi sus tout ledit hiretage à Jehan Kokesin pour tenir et pour manyer comme drois hiretiers, ou non del église, à tes us et à teus coustumes que li hiretages doit, et savc tous drois. A toutes les coses dessus dites faire bien et par loy furent hoste des parries Estievenes de Condet, mestres Robert dou Bos, Jekans le Liniers, Jehans Godins, Jakemes li Borgnes, Jehans Chokes, Jehans de Los, Jehans Vincans, et comme justiche par le seigneur de Avelin, Helins Reniers tenans adont le justiche le Castelain, et par defaute de le justiche de Aveling retint Hellins justiche comme de souvraineté et sauve tous droit. Ce fut fait l'an de grasse mil trois cens et XXII, el mois de décembre, le nuit saint Thumas apostle.

---

(1) Grars ou Gérard de Fierlin ne figure pas comme doyen de Saint-Géry dans le *Cam. Christ*, mais bien comme prévot de Saint-Pierre de Douai, sous l'an 1311.

(2) Il est à remarquer que dans ce titre, où d'ailleurs les règles de la grammaire romane sont bien observées, on écrit au début *ki*, *ke* et partout ensuite *qui*, *que*. Cette variabilité indique la transition à une nouvelle forme orthographique. La loi du cas direct et du cas indirect y est pourtant bien suivie encore : **Grars** et **Grard**, **hiretages**, **hiretage**, **drois**, **droit**, etc.

VIII.

Engelbert Desbois, nommé prévôt du chapitre, mande aux chanoines qu'il a enfin reçu ses bulles et qu'il compte se rendre prochainement à son poste. (1)

Reverendi Domini,

Non sine magna animi mei molestia tanto tempore hic bullas meas ex Urbe expectavi; quod in votis mihi esset primo quoque tempore ecclesiæ isti et Reverentiis Vestris adesse, ut et desideratissimo vestro frui consortio et quæ muneris mei isthic sunt unà vobiscum curare possem. Cumque jam tandem post diuturnas moras quæ in similium negotiorum confectione Romæ facile injiciuntur, apostolicas litteras acceperim, supersedendum diutius non putavi quin quantocius dignitatis mihi indigno delatæ possessionem adirem. Mitto itaque eam in rem omnia requisita, quæque Reverentiis Vestris merito faciant satis, confidens ex parte vestra nihil nisi propensæ voluntatis significationes mihi obventurum, quas ego et gratissimo animo excipiam et pari benevolentia compensare semper conabor. Deus Dominus noster Reverentias Vestras donis suis cœlestibus in dies magis et magis augeat.

Bruxellæ, 19 januarii 1620.

Reverentiis Vestris abdictissimus uti frater,
Engelbertus DESBOIS.

IX.

Lettre de M. Casteele, procureur-général au parlement de Flandre, rappelant au principal du collége de Saint-Pierre que les représentations théâtrales ne doivent plus avoir lieu dans le collége (2) du chapitre. *Original.*

Douai, 6 may 1779.

On m'a assuré, Monsieur, que vous étiez dans l'usage de faire représenter des pièces de théâtre, des parodies ou d'autres représentations

---

(1) Cette lettre me fournit l'occasion de mentionner Engelbert Desbois que j'ai eu tort d'omettre dans la notice sur les hommes lettrés du chapitre. Celui-ci, fils d'un gouverneur d'Enghien, est né à Bruxelles, le 9 juillet 1578. D'abord chanoine et archidiacre en l'église de Cambrai, il fut élu en 1619 pour remplacer Vincent de Zélandre comme prévôt de Saint-Pierre de Lille. Paquot lui a consacré, t. XII, 398, une notice assez étendue où nous voyons qu'en l'an 1619 il publia à Douai un livre intitulé : *Praxis bonarum intentionum*, in-16, et que parvenu à l'évêché de Namur en 1629, il y tint un synode dont les actes ont paru sous ce titre : *Decreta Synodi Namurcensis, habitæ in capella episcopali die VII.° junii, anni MDCXXXIX.* in-4.°, Namur, 1639. J'aurais pu citer aussi Jean de Lacu, auteur de *la Quenoille spirituelle*. V. Paquot, XV, 276, et Brunet, *Man. du libr.*, II, 314.

(2) Au XVI.e et au XVII.e siècle, il y avait à Lille trois colléges : celui des

théâtrales, par les écoliers du collége de Saint-Pierre, à l'époque de la distribution des prix.

Si je suis bien informé, je dois supposer que vous n'avez aucune connoissance du règlement de discipline dont la cour a ordonné l'exécution dans tous les colléges de son ressort, par arrêt du 13 août 1768. L'article 59 de ce règlement ordonne que, *dans aucun cas il ne pourra être représenté ni tragédies, ni comédies, ni pastorales, ni ballets*.. Ce règlement contient d'autres dispositions également importantes pour le succès des études et pour le gouvernement intérieur des colléges, et qui, peut-être n'ont point d'exécution dans le collége de Saint-Pierre, parce que le règlement qui les contient n'y est pas connu. Vous voudrez bien me mander, Monsieur, si vous ou vos prédécesseurs ont été signifiés de l'arrêt de la cour, du 13 aoust 1768, et du règlement d'études et de discipline dont la cour a ordonné l'exécution et l'envoi dans tous les colléges de son ressort

Je suis bien véritablement, Monsieur, votre, etc.

DE CASTEELE.

X.

Réponse à la lettre précédente. *Minute*.

Monsieur,

Le Principal de notre collége nous ayant remis la lettre que vous lui avez fait l'honneur de lui écrire le 6 de ce mois, nous nous empressons d'y répondre et de remettre sous vos yeux les observations suivantes.

La fondation de ce collége est des plus anciennes. Il a été étably et doté des seuls revenus de notre église. Il appartient uniquement au chapitre dont le zèle patriotique l'a rendu public. Il en a toujours confié l'inspection à son écolâtre qui exerce encore, en vertu de sa dignité, une jurisdiction sur toutes les écoles de la ville.

Ce collége ainsi fondé n'a jamais eu aucun rapport avec l'Université. On y suit cependant pour l'enseignement (autant que les circonstances peuvent le permettre) la marche et la méthode les plus analogues à celles de l'Université de Paris; et les élèves qui en sortent ne se distinguent pas moins à Douay que les meilleurs sujets des autres colléges de la province.

Jésuites, celui des Augustins et le collége de Saint-Pierre. Ce dernier, qui était le plus ancien, relevait du chapitre et n'était soumis qu'à son inspection. Lors de la suppression des Jésuites, leur collége fut réuni à celui de Saint-Pierre.

C'est sans doute par ces considérations, par égard pour la dignité de notre église, et autres raisons peut-être qu'il seroit trop long de détailler que le règlement que la Cour a homologué par arrêt du 13 aoust 1768 ne nous a pas été signifié.

Quant aux pièces que nous étions dans l'usage de faire représenter ainsi que toute la province, comme nous connoissons aujourd'hui, Monsieur, vos intentions à cet égard et que nous nous ferons toujours un devoir de nous y conformer, nous avons arrêté dans un chapitre assemblé à ce sujet que ces représentations n'auroient plus lieu à l'avenir (1).

Nous sommes avec respect, Monsieur, etc..

---

(1) Disons pourtant que ces jeux dramatiques dans les écoles étaient loin d'être une nouveauté à l'époque où le parlement de Flandre les prohiba. On en usait et abusait à Lille dès le XVI.e siècle. Le vénérable M. Voisin, vicaire-général de Tournai, a bien voulu nous communiquer à ce sujet quelques actes qui méritent d'être signalés :

1.° 1583, 12 août. Enquête tenue par P. Tavernier, curé de Saint-Etienne, touchant les représentations théâtrales que donnaient les jeunes gens durant les jours de fêtes, aux heures où l'on aurait du assister aux saints offices et entendre la parole de Dieu.

2.° 1585, 20 septembre. Lettre à l'évêque de Tournai concernant une tragédie et autres scènes que le magistrat de Lille proposait de faire jouer par la chambre de rhétorique.

3.° 1585, 10 octobre Autre lettre sur le même sujet.

4.° 1585, 16 octobre, à Bruxelles. Edit royal portant défense à la chambre de rhétorique de donner des représentations théâtrales.

Ces diverses pièces trouveront place dans notre *Spicilége* d'histoire littéraire.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

MÉMOIRE

SUR LA RÉFRACTION ASTRONOMIQUE

par M. ALPH. HEEGMANN, Membre résidant.

Séance du 20 juin 1856.

AVANT PROPOS. — Nous nous sommes proposé, dans ce mémoire, de chercher la loi générale de la réfraction astronomique, c'est-à-dire une formule qui s'applique, non à une région isolée de la sphère céleste, telle que la zone voisine du zénith, ou la zone voisine de l'horizon, mais qui réunisse, par un lien commun, toutes les parties de cette sphère, comme le faisait la formule empirique de Bradley, devenue insuffisante pour les besoins de l'astronomie. Notre formule n'en devra pas moins se prêter aux diverses hypothèses sur la constitution de l'atmosphère, hypothèses qu'il nous paraît plus satisfaisant de rejeter sur la distribution de la chaleur et de l'humidité dans l'air que sur la variation de densité des couches.

Enfin, nous éviterons les deux systèmes, encore controversés, de l'émission et des ondulations de la lumière, en basant notre analyse sur la loi de réfraction de Descartes, vraie dans l'un comme dans l'autre.

§ I. FORMULES GÉNÉRALES.

Soit une atmosphère gazeuse dont la puissance réfractive ne varie, d'un point à un autre, que par degrés insensibles. Il est clair qu'en réunissant tous les points doués d'une égale réfringence, on formera, en général, une infinité de surfaces, qu'on pourra considérer comme

des surfaces réfringentes, renfermant une série de couches infiniment minces, et homogènes, quant à leur action sur la lumière.

Dans ce genre de recherches, où il ne s'agit que de minimes déviations, et où, d'ailleurs, on ne peut tenir compte que de la disposition générale de ces couches, on les suppose ordinairement sphériques et concentriques, sans distinguer toujours leur centre commun du centre de la terre. Lorsqu'on fait cette distinction, la sphère tangente au sphéroïde n'est osculatrice que relativement à une des sections normales. Mais les deux courbures du sphéroïde terrestre diffèrent peu l'une de l'autre, et, nous le répétons, le calcul n'exige pas que l'atmosphère réelle soit définie avec une extrême exactitude.

Nos formules s'appliquent spécialement aux surfaces sphériques et concentriques, parce que, dans le cours de l'analyse, nous supposons: 1.° que la trajectoire est plane; 2.° que toutes les surfaces réfringentes sont équidistantes; 3.° que le rayon de courbure d'une même surface est invariable dans le plan de la trajectoire, et entre les extrémités de celle-ci. Mais il suffit que ces conditions soient très-approximativement remplies.

Notre intention est de reprendre la recherche des limites des erreurs résultant de l'assimilation du globe terrestre avec une sphère. Nous nous contenterons de remarquer, ici, que l'invariabilité du rayon de courbure est presque parfaite lorsque la distance zénithale est petite, ou bien, lorsque la trajectoire se rapproche de la direction de l'Est ou de l'Ouest; que l'équidistance des surfaces se réalise aussi plus particulièrement dans ces deux directions. Si l'air était notablement plus dense vers un azimuth que vers l'azimuth opposé, il suffirait de donner à ces surfaces une légère inclinaison, en leur conservant une équidistance fictive.

La trajectoire n'est généralement plane que dans la direction du méridien; mais, dans les autres directions, elle diffère très-peu d'une courbe plane, et l'on peut admettre que les relations que nous allons démontrer, entre des lignes droites situées dans un même plan passant par l'œil de l'observateur et une tangente à la trajectoire, subsistant pour leurs projections, seront

très approximativement applicables aux lignes projetées elles-mêmes.

Cette hypothèse admise, soient.

r, La normale de l'une quelconque de ces surfaces réfringentes, au point où elle est traversée par la trajectoire ; normale que nous supposerons limitée par sa rencontre avec celle qui la suit, et qui, d'après ce que nous avons dit, doit se trouver dans le même plan ;

(Ainsi limitée, r est le rayon ordinaire, lorsque les surfaces réfringentes sont supposées sphériques. C'est le rayon de courbure, lorsqu'elles sont seulement équidistantes ; nous disons le rayon de courbure dans le sens du plan de la trajectoire).

s, La longueur de la trajectoire, à partir d'un de ses points pris pour origine, et jusqu'à son arrivée à la surface réfringente dont il vient d'être question (celle dont la normale est r) ;

x, La réfraction à partir de l'origine ;

y, L'angle d'incidence, c'est-à-dire l'angle que la direction (ou la tangente) de la trajectoire s fait au même point avec la normale r;

z, L'angle que cette normale r fait avec la direction primitive de la trajectoire, laquelle d'après ce que nous avons dit, plus haut, est une droite située dans le même plan ;

n, L'indice de réfraction de la couche d'air, dans toute son étendue ;

$\xi = n^2 - 1$, par conséquent, sa puissance réfractive ;

t, Sa température en degrés centigrades, au point où elle est traversée par le rayon lumineux ;

p, La pression barométrique au même point ; cette pression exprimant la hauteur du mercure *ramenée à la température zéro*, ou corrigée des effets de la dilatation de o à t, ainsi que cela se pratique ordinairement ;

ψ, Le volume relatif du gaz à t degrés, en prenant pour unité le volume à zéro ;

(ψ est une fonction de t, que les physiciens expriment habi-

tuellement par $1 + \varepsilon t$, appelant ε *le coefficient constant* de la dilatation, et le faisant égal à 0,00366);

Π, La tension de la vapeur d'eau à *saturation*, pour la température t, dont Π peut être regardé comme une fonction connue;

φ, L'humidité relative de la couche d'air, ou le degré de l'hygromètre rectifié, en prenant pour unité la tension à saturation, de façon que $\varphi\,\Pi$ exprime la tension absolue en fraction du mètre de mercure à la température o;

ρ, La densité de la même couche d'air, et au même point; la densité du mercure à zéro étant prise pour unité;

ρ' et ρ'', Les portions de ρ dues, respectivement, à l'air sec et à la vapeur d'eau;

Soient, de plus :

$$r_{,}, y_{,}, z_{,}, n_{,}, \xi_{,}, t_{,} \qquad \varphi_{,}, \rho_{,}, \rho_{,}', \rho_{,}'', \xi_{,}', \xi''_{,}, \psi_{,}, \Pi_{,}$$

les valeurs particulières des variables

$$r, y, z, n, \xi, t, \qquad \varphi, \rho, \rho', \rho'', \xi', \xi'', \psi, \Pi,$$

à l'origine, soit qu'on place cette origine à l'entrée même du rayon lumineux dans l'atmosphère, soit, plus généralement, à l'extrémité supérieure d'une portion de la trajectoire;

$$r_0, y_0, z_0, n_0, \xi_0, t_0, p_0, \varphi_0, \rho_0, \rho_0', \rho_0'', \xi'_0, \xi''_0, \psi_0, \Pi_0,$$

les valeurs particulières des mêmes variables à la station d'observation, ou, plus généralement, à l'extrémité inférieure de la portion de trajectoire dont il vient d'être question:

$G = r_1 - r_0$;

H, La valeur de G, lorsqu'au lieu d'une portion de trajectoire, on prend la trajectoire entière, depuis la limite extérieure de l'atmosphère jusqu'à la surface du globe;

ν, L'indice de réfraction de l'air sec, à la température o et sous la pression de 0^{m} 76;

(On sait que ν = 1,000294, suivant les expériences de MM. Biot, Arago et Dulong.)

ϖ, Le rapport de la densité de l'air atmosphérique sec à celle du mercure ; la température étant o, et la pression 0^m 76 ;

(Ce rapport est égal à 0,0000951, suivant les mêmes physiciens.)

λ, Le rapport de la densité de la vapeur d'eau à celle de l'air sec ; (ce rapport est évalué à 0,622, pour une température et une pression communes, quelles que soient cette température et cette pression)

Suivant ces définitions, r_0 serait le rayon d'une sphère osculatrice, celle qui toucherait le sphéroïde terrestre à la station d'observation, et suivant la section normale déterminée par le plan de la trajectoire, si l'on supposait l'observateur placé à la surface même du globe, et qu'on admît le parfait parallélisme de la couche d'égale réfringence dans laquelle il se trouve, avec la surface des eaux tranquilles; y_0 serait la distance zénithale apparente, lorsque la lumière vient d'une étoile ou d'un astre sans parallaxe sensible ; et, en plaçant l'origine à la limite supérieure de l'atmosphère ; x_0 serait la réfraction totale, z_0 la distance zénithale corrigée de cette réfraction, et H l'épaisseur de l'atmosphère.

D'après les données géométriques du problème, il est clair que :

$$(1)\left\{\begin{array}{l} y = z - x; \\ \dfrac{dy}{dr} = \dfrac{dz}{dr} - \dfrac{dx}{dr} \quad \text{et} \quad \dfrac{dy}{dn} = \dfrac{dz}{dn} - \dfrac{dx}{dn}. \end{array}\right.$$

Avec un peu d'attention, on verra encore que

$$\sin y = \frac{rdz}{ds}, \quad \text{et} \quad \cos y = -\frac{dr}{ds};$$

car y est l'angle que la trajectoire fait avec la normale; dz est l'accroissement infiniment petit de l'arc décrit, avec un rayon égal a.

l'unité, entre les côtés de l'angle z; accroissement qui est la mesure de l'angle des deux normales consécutives. Il en résulte que rdz et dr sont les projections de ds, savoir, la première sur une tangente à la surface, et la seconde sur la normale r,

Nous mettons le signe — au second membre de la dernière équation, parceque r diminue à mesure que s augmente.

Les deux dernières équations combinées donnent :

$$(2)\dots\quad \frac{dz}{dr} = -\frac{\tang y}{r}.$$

Nous avons vu (1) que la variation finie ou infiniment petite de y est la résultante des variations simultanées de x et de z, dont la première, pour une incidence donnée, est due à l'action différente des couches d'air successives sur la lumière, c'est-à-dire à la variation de l'indice n ou de la puissance réfractive ξ, et la seconde, à la courbure des mêmes couches, qui fait que les normales successives (à l'égard desquelles se mesure l'incidence y) ne sont pas parallèles entr'elles.

Pour un point et une incidence donnés, la variation de n (ou de ξ) et celle de z dépendent l'une de l'autre : mais il est clair qu'on peut les séparer par la pensée; qu'on peut faire varier l'incidence, soit par un changement arbitraire dans la courbure des couches, sans changement dans leurs puissances réfractives, soit par un changement dans leurs puissances réfractives, sans changement dans leur courbure.

Si donc on fait varier arbitrairement la courbure au point d'incidence, en conservant la normale; qu'on distingue par ∂n et ∂z les variations de n et de z, devenues indépendantes, et par $\left(\frac{\partial y}{\partial n}\right)$ le coefficient différentiel de y par rapport à n, obtenu, par conséquent, en supposant l'angle z constant, ou en mesurant l'angle y sur la normale fixe, on aura, d'après l'équation (1),

$$\left(\frac{\partial y}{\partial n}\right) = -\frac{\partial x}{\partial n}.$$

D'un autre côté, la loi de Descartes appliquée à la variation de l'indice n et de l'incidence y, (incidence mesurée sur une même normale, en deçà et au-delà de la surface refringente), donne l'équation

$$n \sin y = \text{constante} ;$$

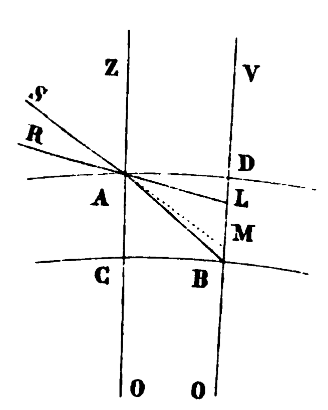
et, cela, quelle que soit la courbure de cette surface, pourvu qu'elle conserve sa normale. Cette équation s'appliquera donc à la variation partielle de y par rapport à n, dont il vient d'être question ; et l'on aura, en la différenciant :

$$\frac{\text{tang}\, y}{n} = -\left(\frac{\delta y}{\delta n}\right) = \frac{\delta x}{\delta n}.$$

Mais la courbure de la surface réfringente reste indéterminée. Il s'en suit que le rapport $\frac{\delta x}{\delta n}$ est égal au rapport $\frac{dx}{dn}$, qui appartient à une forme particulière de cette surface.

On aura donc aussi (*)

(*) Si les déductions par lesquelles nous arrivons à l'équation (8) paraissaient obscures, on peut leur substituer les suivantes, que le secours d'une figure rend plus palpables.



Soient AD, CB, les sections faites par le plan de la trajectoire dans deux surfaces réfractives infiniment voisines ;

SAB, le rayon lumineux, réfracté en A par la première surface, et rencontrant la seconde surface en B ;

RAL, une droite parallèle à la direction primitive du rayon lumineux ;

AZ, BV, les normales menées aux points A, B ;

M, le point de rencontre de BV et du prolongement de l'élément SA de la trajectoire ;

O, le centre de courbure commun au deux arcs AD et CB, supposés équidistants ;

n, l'indice de réfraction de la couche d'air située au-dessus de la surface AD ;

$n + dn$, l'indice de réfraction de la couche comprise entre AD et CB.

(3)....
$$\frac{\tang y}{n} = \frac{dx}{dn},$$

et, par suite,

(4)....
$$\frac{dx}{dr} = \frac{\tang y}{n} \cdot \frac{dn}{dr},$$

qu'on aurait pu tirer directement de l'équation

$$n \sin (z - x) = \text{constante},$$

différenciée par rapport à r, en traitant z comme une constante, et ne faisant varier que n et x.

C'est qu'en effet la variation de z ne change pas la relation de dn et dx.

Enfin, de la combinaison des équations (1), (2), (4) il résulte :

$$\int \frac{dy}{\tang y} = -\int \frac{dr}{r} - \int \frac{dn}{n},$$

et, après intégration,

$$rn \sin y = \text{constante},$$

ou

Il est visible que

$$y = SAZ = CAM;\ z = RAZ;\ x = RAS = LAM;$$
$$dz = AOB;$$
$$dy = ABV - SAZ;$$
$$dx = BAM = AMV - ABV = AOB + SAZ - ABV = dz - dy.$$

Mais la loi de Descartes, appliquée au point A, donne, quel que soit l'angle AOB, ou dz,

$$n \sin SAZ = (n + dn) \sin (CAM - BAM).$$

Donc :

$$n \sin y = (n + dn) \sin (y - dx);$$

Ce qui, en négligeant, suivant les règles du calcul différentiel, les quantités du second ordre, c'est-à-dire, en prenant $\cos dx$ pour l'unité, remplaçant $\sin dx$ par dx, et supprimant $dxdn$, revient à

$$\frac{dx}{dn} = \frac{\tang y}{n}, \text{ ou } \frac{dx}{dr} = \frac{\tang y}{n} \frac{dn}{dr}.$$

(5).... $\sin y = \frac{l}{nr}$,

en faisant pour abréger,

(5 bis)... $l = \sin y_{,} r_{,} n_{,} = \sin y_0 r_0 n_0 = \sin y_0 r_0 \sqrt{1+\xi_0}$.

On se rappellera que r désigne, en général, les rayons des surfaces réfringentes, lorsque ces surfaces sont sphériques, ou les rayons de courbure des intersections de ces surfaces et du plan de la trajectoire, lorsqu'au lieu d'être sphériques, elles sont simplement équidistantes. Donc dans l'un comme dans l'autre cas, *le sinus de l'angle d'incidence reste, sur toute la longueur de la trajectoire, inversement proportionnel au rayon et à l'indice de réfraction.*

Nous tirons de l'équation (5) la suivante :

$$\tan y = \frac{l}{\sqrt{n^2 r^2 - l^2}}$$

Cette valeur étant substituée dans l'équation (3) il vient :

(6).. $$x = \frac{l}{2}\int_{\xi_1}^{\xi} (1+\xi)^{-1} (r^2 - l^2 + r^2 \xi)^{-\frac{1}{2}} d\xi = \frac{l}{2}\int_{\xi_1}^{\xi} (1+\xi)^{-\frac{3}{2}} \left(r^2 - \frac{l^2}{1+\xi}\right)^{-\frac{1}{2}} d\xi.$$

C'est l'expression générale de la réfraction, que l'on suppose mesurée par un arc décrit avec un rayon égal à l'unité, comme nous l'avons dit de l'arc x. Mais, pour effectuer l'intégration indiquée, il faut connaître les rapports qui lient ξ avec r.

Ces rapports étant assez obscurs, nous allons remplacer les variables n et ξ par d'autres d'un usage plus fréquent.

Pour simplifier notre analyse, nous admettrons comme déjà prouvé, que l'épaisseur de l'atmosphère (du moins, en la réduisant aux seules couches qui réfractent sensiblement la lumière) est fort petite, com-

parativement au rayon terrestre ; d'où il suit que le segment de cette atmosphère que peut embrasser la vue de l'observateur ne couvre qu'une très-petite portion de la surface du globe (*)

Supposons donc qu'en raison du voisinage, tous les points de cette petite portion de surface soient à peu près dans les mêmes conditions, de façon que chacune des couches traversées par un même rayon lumineux puisse être considérée comme homogène, dans toute l'étendue du segment atmosphérique, non seulement en puissance réfractive (ξ), mais encore en chaleur (t), en humidité relative (φ), en pression (p), etc., il en résultera qu'elles seront toutes horizontales, ou équidistantes avec la surface des eaux tranquilles, et que les relations que nous aurons trouvées pour des particules d'air situées à différentes hauteurs, le long de la verticale passant par la station, s'appliqueront aux points de la trajectoire qui seront aux mêmes niveaux.

Cela posé, soit dp l'accroissement infiniment petit de la pression le long de la verticale : Le rapport de cet accroissement à la diminution correspondante de hauteur, ou à $-dr$, sera évidemment égal au rapport de la densité de l'air de la couche à la densité du mercure à zéro. (On se souvient que les indications du baromètre sont supposées ramenées à la température zéro).

On aura donc :

$$\frac{dp}{dr} = -\rho.$$

Or la pression de la couche d'air étant............. p,
la tension de la vapeur aqueuse qu'elle contient......... $\varphi\Pi$ ·
la pression de l'air sec de cette couche, suivant le principe
du mélange des gaz, ou la loi de Dalton, sera......... $p - \varphi\Pi$:

(*) En supposant 70 kilomètres d'épaisseur à l'atmosphère, le rayon visuel horizontal rencontrera sa limite extérieure en un point dont la verticale fera un angle de 8° 27' 1/2 avec celle du lieu de l'observation.

Si le rayon visuel horizontal s'arrête à la couche placée à 7000 mètres de la surface de la terre, la verticale abaissée de son extrémité et la verticale du lieu de l'observation feront entr'elles un angle égal à 2°, 41', seulement. Or, à 7000 mètres de la terre, la densité de l'air est déjà réduite de plus de moitié.

D'où résulte

$$\rho' = (p - \varphi \Pi) \frac{n}{0{,}76\,\psi} = (p - \varphi \Pi) \frac{\mu}{\psi}$$

$$\rho'' = \lambda \varphi \Pi \frac{\mu}{\psi};$$

et, par suite,

$$\left\{ p - (1 - \lambda) \varphi \Pi \right\} \frac{\mu}{\psi} = \rho = - \frac{dp}{dr}.$$

Intégrant depuis $r = r_0$, et représentant par e la base des logarithmes népériens, on obtient

$$p\, e^{\mu \int_{r_0}^{r} \frac{dr}{\psi}} - p_0 = (1 - \lambda) \mu \int_{r_0}^{r} \frac{\varphi \Pi}{\psi} e^{\mu \int_{r_0}^{r} \frac{dr}{\psi}} dr,$$

que l'on peut mettre sous la forme suivante

$$(7)\ldots\qquad p = \mathrm{T}\, p_0 \left(1 + \frac{u}{p_0}\right),$$

en posant

$$(7\text{bis}).\left\{\begin{aligned} \mathrm{T} &= e^{-\mu \int_{r_0}^{r} \frac{dr}{\psi}} = e^{-\mu \int_{t_0}^{t} \frac{\left(\frac{dr}{dt}\right) dt}{\psi}}; \\ u &= (1 - \lambda) \mu \int_{r_0}^{r} \frac{\varphi \Pi}{\psi \mathrm{T}} dr = (1 - \lambda) \mu \int_{t_0}^{t} \frac{\varphi \Pi \left(\frac{dr}{dt}\right) dt}{\psi \mathrm{T}}. \end{aligned}\right.$$

Ces dernières équations (7 bis) comprennent comme cas particuliers

$$\mathrm{T}_0 = 1\,;\ u_0 = 0\,;$$

T_0 et u_0 représentant les valeurs de T et de u qui répondent à $r = r_0$

D'un autre côté, d'après une loi vérifiée par MM. Biot, Arago et Dulong, les différentes valeurs de la puissance réfractive d'un même gaz pris à diverses densités (*), sont proportionnelles à ces densités.

En vertu de ce principe, la puissance réfractive de l'air sec compris dans la couche dont nous désignons le rayon par r est évidemment

$$(8)\ldots \quad \xi' = (\nu^2 - 1)\frac{\rho'}{\eta} = (\nu^2 - 1)\,\frac{p - \varphi\,\Pi}{\psi . 0^{m},76}.$$

De plus, il résulte des expériences des mêmes physiciens, 1.° que la puissance réfractive de la vapeur d'eau est exactement ou presqu'exactement égale à celle de l'air sec qui aurait la même température, et qui serait soumis à une pression égale ;

2.° Que la puissance réfractive d'un mélange de gaz secs et de vapeurs est égale à la somme des puissances réfractives des gaz composants.

On aura donc :

$$(9)\ldots \quad \xi'' = (\nu^2 - 1)\frac{\rho''}{\eta} = (\nu^2 - 1)\,\frac{\lambda\,\varphi\,\Pi}{\psi\,.\,0^{m},76}$$

et

$$\xi = \xi' + \xi''.$$

Substituant à p, sa valeur (7), dans l'équation (8), on obtient

$$(10)\ldots \quad \xi' = \frac{\nu^2 - 1}{0^{m},\,76}\cdot\frac{T\,(p_0 + u) - \varphi\,\Pi}{\psi},$$

comprenant, comme cas particulier,

$$(11)\ldots \quad \xi'_0 = \frac{\nu^2 - 1}{0^{m},\,76}\cdot\frac{p_0 - \varphi_0\,\Pi_0}{\psi_0}.$$

Enfin, si l'on désigne par ζ et ζ_0 ce que deviennent les valeurs ci-dessus de ξ' et de ξ'_0, lorsqu'on y supprime les termes dûs à l'humidité, les équations précédentes seront remplacées par

(*) Nous supposons l'identité de composition de toutes les parties de l'atmosphère. On sait que de l'air pris par Gay Lussac à 6600 mètres de hauteur a été trouvé semblable à l'air de la surface du globe. De Saussure a constaté la présence de l'acide carbonique sur la cime du Mont-Blanc.
(*Annales de Chimie et de Physique*. 1.re série, tome 52, page 98.)

$$(12) \ldots \quad \zeta_0 = \frac{\nu^2 - 1}{0^m,76} \frac{p_0}{\psi_0};$$

$$(13) \ldots \quad \zeta = \frac{\nu^2 - 1}{0^m,76} \frac{p_0}{\psi} \mathrm{T} = \zeta_0 \frac{\psi_0}{\psi} \mathrm{T};$$

et la valeur σ, de la réfraction, dans la supposition d'une atmosphère parfaitement sèche, aura pour expression

$$(14) \ldots \quad \sigma = \frac{l}{2} \int_{\zeta_1}^{\zeta_0} \mathrm{X}\, d\zeta,$$

d'après la formule (6), où il suffit de changer ξ en ζ, et de faire :

$$(14 \text{ bis}). \left\{ \begin{array}{l} l = \sin y_0 r_0 \sqrt{1 + \zeta_0}; \\ \mathrm{X} = (1+\zeta)^{-\frac{3}{2}} (r^2 - l'^2 + l'^2 \zeta - l'^2 \zeta^2 + \ldots)^{-\frac{1}{2}} d\zeta. \end{array} \right.$$

L'intégration indiquée (14) exige que l'on connaisse la relation qui existe entre r et ζ, difficulté qui revient, comme nous allons le voir, à connaître la relation entre t et r, c'est-à-dire, entre la température de la couche et sa distance au centre.

On sait que la température de l'air décroît, en général, à mesure qu'on s'élève, et que ce décroissement est à peu près uniforme ou en progression arithmétique. Les météorologistes qui l'ont représenté par une ligne courbe, (la ligne droite indiquant un décroissement uniforme) ne sont pas d'accord entr'eux sur le sens de la courbure. Il suffit que cette courbure soit peu considérable, dans la partie qui correspond aux couches les plus réfringentes, pour que nous soyons autorisé à faire l'essai d'un décroissement uniforme (*) comme première

(*) Laplace intègre son équation différentielle au moyen d'une hypothèse sur le décroissement de la densité de l'air. Il cherche un intermédiaire entre la progression arithmétique et la géométrique, et son choix, en vue de la facilité de l'intégration, se porte sur une progression fort compliquée, que l'on peut voir au livre 10 de la mécanique céleste, (chap. 1.er § 7, page 264 du tome 4 de l'édition de 1805).

approximation. r_0 et r_1 représentant, non seulement les limites extrêmes de l'atmosphère, mais encore celles d'une région limitée, nous pourrons, si cette première approximation n'est pas suffisante, diviser verticalement l'atmosphère en deux régions, puis en trois, etc.; multiplier enfin le nombre des régions de manière à représenter aussi exactement que nous le voudrons, l'atmosphère réelle, au moyen d'une atmosphère factice, dans chacune des régions de laquelle la température croisse ou décroisse uniformément, de même qu'on mesure approximativement une courbe en la remplaçant par un polygone inscrit ou circonscrit.

Quant à l'humidité relative, φ, on peut, vu son peu d'influence, la supposer constante, ou prendre une moyenne arithmétique entre ses valeurs extrêmes, dans chaque région.

Nous allons modifier notre analyse en ce sens.

Soit b le nombre de mètres dont il faut s'élever, dans les circonstances données, pour trouver une diminution de 1° centigrade dans la température. D'après ce qui précède, b sera une constante (positive dans le cas d'une température décroissante, infinie, dans celui de l'égalité de température, et négative dans le cas d'une interversion) et on aura:

(15).... $$r - r_0 = b\,(t_0 - t);\ \text{d'où}\ \frac{dr}{dt} = -b;$$

(16).... $$T = e^{\frac{\eta b}{0^m,76}\int_{t_0}^{t}\frac{dt}{\psi}};$$

(17).... $$u = -(1-\lambda)\,\frac{\eta b \varphi}{0^m,76}\int_{t_0}^{t}\frac{\Pi}{T\psi}\,dt.$$

Nous avons dit que les physiciens faisaient, à toute température et à toute pression,

$$\psi = 1 + \alpha t = 1 + 0{,}00366\,t = 1 + \frac{t}{273^o}.$$

Par l'introduction de cette expression de ψ dans les équations (16) et (17), il vient :

$$(18)\ldots\quad T = \left(\frac{\psi}{\psi_0}\right)^c = \left(\frac{1+\varepsilon t}{1+\varepsilon t_0}\right)^c,$$

$$(19)\ldots\quad u = -(1-\lambda)\, c\, (1+\varepsilon t_0)^c\, \varphi_0 \int_{t_0}^{t_1} \frac{\Pi\, \varepsilon\, dt}{(1+\varepsilon t)^{c+1}}$$

$$= +(1-\lambda)\, c\, (1+\varepsilon t_0)^c\, \varphi_0 \int_{t_1}^{t_0} \frac{\Pi\, \varepsilon dt}{(1+\varepsilon t)^{c+1}},$$

en posant, pour abréger,

$$(20)\ldots\quad c = \frac{\eta\, b}{\varepsilon\,.\,0^m,76} = \frac{b}{\varepsilon\,.\,7991^m,6};$$

et l'équation (7) se change en

$$(21)\ldots\ \frac{p}{p_0+u} = \left(\frac{1+\varepsilon t}{1+\varepsilon t_0}\right)^c,\ \text{ou}\ c = \frac{\log(p_0+u) - \log p}{\log.(1+\varepsilon t_0) - \log(1+\varepsilon t)}.$$

Ainsi, de l'emploi sans correctif de la loi de dilatation,

$$\psi = 1 + \varepsilon t = 1 + 0,00366\, t,$$

il résulterait que, dans la région la plus élevée, où $p_1 = o$ sans que $(p_0 + u)$ soit nul, ni $(1 + \varepsilon t_0)$ infini, on aurait

$$t_1 = -\frac{1}{\varepsilon} = -273^o,\ \text{avec } c \text{ et } b \text{ positifs},$$

ou $$t_0 = -\frac{1}{\varepsilon} = -273^o,\ \text{avec } c \text{ et } b \text{ négatifs},$$

ou bien encore, $c = \infty,\ b = \infty$.

On se rend raison de l'accumulation de chaleur près de la surface

du globe ; mais on ne voit pas quelles causes extérieures générales empêcheraient la continuation du décroissement, dans l'hypothèse d'une atmosphère limitée, et d'une épaisseur de quelques lieues seulement.

Il faudrait donc, pour la température de sa limite ou pour la température de l'espace, s'en tenir au premier résultat,

$$t_1 = - 273^\circ,$$

qui s'éloigne beaucoup des évaluations connues. En effet, Fourier et M. Saigey lui assignent — 60° ; M. Pouillet, environ — 142° ; M. Liais — 97°, etc.

Mais il faut observer que la constance du coefficient de dilatation, ε, n'a guère été vérifiée qu'entre 0° et 100°. La formule

$$\psi = 1 + t.\ 0,00366$$

peut s'éloigner beaucoup de la vérité, dans les températures très basses. Heureusement, ces températures répondent, dans l'air, à des couches d'une faible densité, et, conséquemment, d'un faible pouvoir réfringent : de sorte que, si la défectuosité de la loi ci-dessus empêche d'en rien conclure, relativement à la température de l'espace, elle altère fort peu l'expression de la réfraction. Cependant, pour plus d'exactitude, nous supposerons que ε peut varier d'une région à l'autre.

La substitution des valeurs de ψ et de T (18) dans les équations (12) et (13) donne

$$(22)\ldots\quad \zeta_0 = \frac{\nu^2 - 1}{0^m,76}\,\frac{p_0}{1 + \varepsilon t_0} = 0{,}000775\,\frac{p_0}{1 + \varepsilon t_0}.$$

o'

$$(23)\ldots\quad \zeta = \zeta_0 \left(\frac{1 + \varepsilon t}{1 + \varepsilon t_0}\right)^c - 1.$$

D'un autre côté, on tire des équations (15) et (23), en regardant le coefficient de dilatation, ε, comme constant,

$$(24)\ldots\quad r = r_0 + b\left(\frac{1}{\varepsilon} + t_0\right)\left[1 - \left(\frac{\zeta}{\zeta_0}\right)^{\frac{1}{c-1}}\right];$$

et, conséquemment, l'expression de la réfraction dans une atmosphère privée d'humidité (14) prend cette forme

$$(25)\quad \sigma = \Sigma\,\frac{q}{2}\int_{\zeta_1}^{\zeta_0}(1+\zeta)^{-\frac{3}{2}}\left\{1 - q'v + q''v^2 + q'''v^{c-1} - q^{\text{iv}}v^{2c-2} + \text{etc.}\right\}^{-\frac{1}{2}}d\zeta,$$

qui suppose les abréviations suivantes,

$$(25\text{bis.})\quad \begin{cases} v = \left(\dfrac{\zeta}{\zeta_0}\right)^{\frac{1}{c-1}} = \dfrac{1+\varepsilon t}{1+\varepsilon t_0}; \\ h = \dfrac{b}{\varepsilon}\,(1+\varepsilon t_0) \\ k'' = \dfrac{\left(\dfrac{h}{r_0}\right)^2}{1+\zeta_0};\quad k = \dfrac{\left(1+\dfrac{h}{r_0}\right)^2}{1+\zeta_0} - 1;\quad k' = \dfrac{2\,\dfrac{h}{r_0}\left(1+\dfrac{h}{r_0}\right)}{1+\zeta_0}; \\ q = \dfrac{l'}{\sqrt{(r_0+h)^2 - l'^2}} = \dfrac{\sin y_0}{\sqrt{\cos^2 y_0 + k}} = \dfrac{\sin y_0}{\sqrt{\dfrac{1+\cos(2y_0)}{2} + k}}. \\ q' = \dfrac{2h(r_0+h)}{(r_0+h)^2 - l'^2} = \dfrac{k'}{\cos^2 y_0 + k} = \dfrac{q^2}{\sin^2 y_0}\,k'; \\ q'' = \dfrac{h^2}{(r_0+h)^2 - l'^2} = \dfrac{k''}{\cos^2 y_0 + k} = \dfrac{q^2}{\sin^2 y_0}\,k''; \\ q''' = q^2\zeta_0;\quad q^{\text{iv}} = q^2\zeta_0^2,\ \text{etc.} \end{cases}$$

Le signe sommatoire Σ indique un nombre de termes égal à celui des régions ou divisions verticales de l'atmosphère.

Cette formule quoique spécialement applicable à une atmosphère

sèche, servira approximativement au cas d'une atmosphère humide ; car les variations de l'humidité ont si peu d'influence sur la réfraction que les astronomes n'ont, jusqu'à présent, tenu aucun compte des indications de l'hygromètre. Nous ferons, dans ce qui suit, abstraction de l'humidité de l'air, nous réservant de reprendre ce sujet dans un mémoire subséquent.

On peut, même avant l'intégration, faire disparaître de la formule (25) le facteur binôme

$$(1 + \zeta)^{-\frac{3}{2}} = 1 - \frac{3}{2}\zeta + \frac{15}{8}\zeta^2 - \text{etc.},$$

qui influe très peu sur la valeur de l'intégrale. En effet, le ***maximum*** de la puissance réfractive appartient à la couche qui touche la surface du globe. Or (22), sous une pression approximative de 0^m76, et une température de $+ 40^\circ$ à $- 10^\circ$, ζ_0 varie de $\frac{1}{1946}$ à $\frac{1}{1636}$.

L'erreur absolue produite par la suppression de ce facteur ne sera sensible que sur les réfractions de l'horizon, ou des hauteurs très faibles au-dessus de l'horizon, et on pourra en réduire considérablement la limite par une légère modification de la valeur de ζ_0. C'est ce qui arrivera naturellement, si on tire la valeur de ζ_0 de cette même formule appliquée à la réfraction horizontale.

Par la même raison, on supprimera encore q , q^v, etc., c'est-à-dire $q^2 \zeta^2_0$, $q^2 \zeta^3_0$, etc., devant q''' ou $q^2 \zeta_0$. Il restera :

$$(26).\quad \sigma = \Sigma (c - 1)\, i\, q \int_{v_1}^{1} v^{c-2} \left\{ 1 - q'v + q''v^2 + q'''v^{c-1} \right\}^{-\frac{1}{2}} dv,$$

dont les constantes, c'est-à-dire les quantités indépendantes de v, deviendront, par des simplifications semblables :

$$\text{26 bis.}\quad\left\{\begin{aligned}
&k'' = \left(\frac{h}{r_0}\right)^2 = \left(\frac{b}{\varepsilon r_0}\right)^2 (1+\varepsilon t_0)^2 = \left(\frac{c.0^{m}76}{\eta r_0}\right)^2 (1+\varepsilon' t_0)^2 ;\\
&k = 2\sqrt{k''} + k'' - \zeta_0 ;\quad k' = 2\sqrt{k''} + 2k'' ;\\
&q = \frac{\sin y_0}{\sqrt{\cos^2 y_0 + k}} ;\ q' = \frac{k + k'' + \zeta_0}{\cos^2 y_0 + k} ;\ q'' = \frac{k''}{\cos^2 y_0 + k} ;\\
&\qquad\qquad q''' = \frac{\sin^2 y\, \zeta_0}{\cos^2 y_0 + k} ;\\
&v_1 = \frac{1+\varepsilon t_1}{1+\varepsilon t_0} ;\ i = \frac{\zeta_0}{2} = 79'',93\ \frac{p_0}{1+\varepsilon t_0} .
\end{aligned}\right.$$

On pourrait effectuer l'intégration sans autre préparation (*). Mais

---

(*) Si on représente par P et Q deux quantités données en fonction de v ; par P^m et Q^n, deux puissances quelconques de ces quantités ; enfin, qu'on désigne respectivement par Q_1, Q_2, Q_3, etc., les dérivées de

$$\frac{Q^n}{\left(\frac{dP}{dv}\right)},\quad \frac{Q_1}{\left(\frac{dP}{dv}\right)},\quad \frac{Q_2}{\left(\frac{dP}{dv}\right)},\ \text{etc.} ;$$

il est facile de vérifier que la différentielle de la série

$$\frac{P^{m+1}\,Q^n}{(m+1)\left(\frac{dP}{dv}\right)} - \frac{P^{m+2}\,Q_1}{(m+1)(m+2)\left(\frac{dP}{dv}\right)} + \frac{P^{m+3}\,Q_2}{(m+1)(m+2)(m+3)\left(\frac{dP}{dv}\right)} - \text{etc.} + \text{constante}$$

se réduit à $P^m\,Q^n\,dv$.

Comparant cette dernière quantité avec celle qui est placée sous le signe intégral (26), on pourra faire à volonté

$$P^m = v^{c-2} ;\ \text{et}\ Q^n = (1 - q'v + q''v^2 + q'''v^{c-1})^{-\frac{1}{2}},$$

ou bien

$$Q^n = v^{c-2},\ \text{et}\ P^m = (1 - q'v + q''v^2 + q'''v^{c-1})^{-\frac{1}{2}} .$$

on arrivera à une expression intégrale plus commode en développant le facteur polynome

$$\left(1 - q'v + q''v^2 + q'''v^{c-1}\right)^{-\frac{1}{2}},$$

et en supprimant les termes d'une importance minime.

Les calculs approximatifs qui suivent nous guideront dans ces nouvelles réductions.

Appliquons la formule (21) aux observations de Gay-Lussac, dans l'ascension citée (*), en négligeant l'humidité de l'air. Les observations faites à terre,

$$p_0 = 0{,}76568 \quad \text{et} \quad t_0 = 30^{\circ}{,}75,$$

combinées avec le dernier couple d'observations, qui porte le N.° 21, savoir,

$$p_1 = 0{,}3288, \quad \text{et} \quad t_1 = -9^{\circ}{,}50,$$

ou bien avec le couple précédent,

$$p_1 = 0{,}3339, \quad \text{et} \quad t_1 = -7^{\circ},$$

nous donneront, en moyenne,

$$c = 6{,}1 \quad \text{et} \quad b = 178 \text{ mètres},$$

sur une hauteur d'environ 7000 mètres au-dessus du sol (**).

(*) Cette ascension a eu lieu à Paris, le 16 septembre 1804. Parti du Conservatoire des arts et métiers, à 9 h. 40 m. du matin, par un vent de S.-E, le ballon est descendu, à 3 h. 45 m. après-midi, au hameau de Saint-Gourgon, à 6 lieues N.-O. de Rouen.

(Voir la relation lue à l'Institut, le 9 vendémiaire an XIII, et imprimée dans les annales de chimie, tome 52 de la première série, page 75.)

(**) Il est à regretter que l'illustre physicien, qui avait pour but principal, la mesure de la force magnétique, n'ait pas noté l'heure de chaque observation de température, pendant la longue durée de son voyage aérien. Il se contente de dire que la dernière observation, de — 9°,5 a été faite à 3 h. 11 m. que la température, au départ, était de 27°,75, et la pression, de 0 m, 76525; que le baromètre n'ayant pas varié sensiblement de 10 h. à 3, il s'était servi, pour calculer les hauteurs, de la pression de 0 m., 76568, observée par Bouvard, à 3 heures, à l'Observatoire de Paris, (page 83); et que « la température, à terre, ayant également peu varié de » 10 h. à 3, il l'avait supposée constante et égale à 30°,75 du thermomètre centigrade. » Il est probable que c'était aussi d'après une observation faite à l'Observatoire, à 3 heures. Il ne serait pas sans intérêt d'en avoir d'autres, faites à Rouen; mais on sait que la couche d'air élevée de 7000 mètres, a, sous le rapport de la température, une bien plus grande uniformité que les couches voisines de la terre; et, d'un autre côté, la direction de Paris à Rouen ne s'écartait pas beaucoup de la ligne isotherme.

La subdivision de ces 7000 mètres en deux régions a peu près égales, n'amènerait pas un grand changement dans les valeurs de c et de b (*)

(*) Si nous comparons le second couple, savoir :

$$p_1 = 0,5381 \quad \text{et} \quad t_1 = 12^{\circ},50 ,$$

avec le premier, celui du départ, ou

$$p_0 = 0,76525 , \quad t_0 = 27^{\circ},75 ,$$

Nous trouvons $c = 6,77$ et $b = 198$ mètres, sur une colonne d'air d'environ 3000 mètres de hauteur.

Ces valeurs de c et de b seraient, ainsi, supérieures aux moyennes calculées pour la colonne entière de 7000 mètres.

Elles ne répondent plus, il est vrai, à une chaleur, à terre, de 30°, 75 mais de 27°, 75. Il est évident, malgré cela, qu'elles sont trop fortes. Cela vient, sans doute, de ce que, dans une ascension rapide (comme c'est l'ordinaire au début) le thermomètre a dû être en retard sur l'air environnant, à cause de l'épaisseur du tube de verre et de la colonne de mercure. Gay-Lussac en fait lui-même la remarque. « En fixant maintenant les yeux sur le tableau, dit-il, (page 84) on voit d'abord » que la température suit une loi irrégulière relativement aux hauteurs correspon- » dantes ; ce qui provient, sans doute, de ce qu'ayant fait des observations tantôt » en montant tantôt en descendant, le thermomètre aura suivi trop lentement ces » variations. »

Il fallait donc prendre ici $\quad t_1 < 12,50.$

D'un autre côté, la chaleur, à terre, avait pu monter sensiblement depuis 9 h. 40 m., sans toutefois atteindre les 30° 75, que Gay-Lussac assigne approximativement à l'intervalle entier de 10 h. à 3,

Si, au lieu du second couple isolé, on prend une moyenne entre

Le 2.e couple.....	$p_1 = 0^{m},5381$	avec	$t_1 = 12^{\circ},50$,
3.e............	$p_1 = 0,5143$	avec	$t_1 = 11$,
4.e............	$p_1 = 0,4968$	avec	$t_1 = 8.50$,
5.e............	$p_1 = 0,4905$	avec	$t_1 = 10,50$,

et, au lieu du premier couple, les observations faites à terre, de 10 à 3 h.,

$$p_0 = 0,76568 \text{ avec } t_0 = 30^{\circ}75 ,$$

on trouve, pour la première région, limitée à la hauteur de 3000 à 3800 mètres.

$$c = 5,9 ; \quad b = 172^{\text{mètres}} ,$$

Une autre ascension, exécutée à Islington, près de Londres, (*) par MM. Graham et Beaufoy, présente, au départ,

$$p_0 = 0,7569 \; ; \; t_0 = 18^\circ,9 \; ;$$

et vers le point culminant, de 26 à 37 minutes après le départ, ces trois couples, entre lesquels on pourra prendre une moyenne :

$$p_1 = 0,4953 \text{ avec } t_1 = 0^\circ,$$
$$\text{ou } p_1 = 0,4877 \text{ avec } t_1 = 0^\circ,$$
$$\text{ou } p_1 = 0,4953 \text{ avec } t_1 = -\,0^\circ,6.$$

Il en résulte que, depuis le sol jusqu'à environ 3600 mètres (si la température du sol est restée la même pendant ce temps) la constante c se trouvait comprise entre 6,15 et 6,57, et la constante b, entre 179 et 192 mètres. Moyennes : 6,36 et 185.

Par des explorations de ce genre, répétées en toute saison, à toute heure de jour et de nuit, par tous les vents, et poussées aussi haut que le froid et la raréfaction de l'air (**) le permettent, on arriverait, en tenant compte de toutes les causes d'erreurs dans les observations, (***) à quelques lois générales sur la distribution de la chaleur dans l'atmosphère.

---

et ces valeurs de c et de b sont inférieures, cette fois, à celles qui conviennent à la colonne entière de 7000 mètres. La seconde région, depuis la limite de 3000 ou 3800 mètres jusqu'à 7000 mètres aurait, par suite,

$$c = 6,3 \; ; \; b = 183^m \; ;$$

mais il reste de l'incertitude sur l'exactitude de ces calculs, qui peuvent être affectés d'une erreur en sens inverse de la première.

(*) Le 17 juin 1824, à 6 h. 5 m. du soir.

Le défaut d'observations correspondantes faites à terre nous empêche de tirer parti de quelques autres ascensions.

(**) « Quoique bien vêtu (dit Gay-Lussac), je commencais à sentir le froid, sur-
» tout aux mains, que j'étais obligé de tenir exposées à l'air. Ma respiration était
» sensiblement gênée ; mais j'étais encore bien loin d'éprouver un malaise assez dé-
» sagréable pour m'engager à descendre. Mon pouls et ma respiration étaient très
» accélérés : Ainsi, respirant très fréquemment un air très sec, je ne dois pas être
» surpris d'avoir eu le gosier si sec, qu'il m'était pénible d'avaler du pain. »

(***) Notamment de l'influence réfrigérante du ballon, par suite de la dilatation du gaz qu'il renferme. (Observation de M. Saigey.)

Si l'on compare les deux ascensions citées, on verra une notabl augmentation des valeurs de c et de b accompagner l'abaissement d 11° 3/4, dans la température du sol. On trouverait, en continuant la progression, qu'à la température moyenne de 10° la constante c ne doit pas s'éloigner de beaucoup du nombre 7 (*) et qu'on peut lu donner pour limites 5 1/2 et 10.

Supposant $r_0 = 6366200$ mètres, les valeurs de

$$(27)\ldots \sqrt{k''} = \frac{h}{r_0} = \frac{c.0^m,76}{\eta\, r_0}(1+\varepsilon t_0) = 0,0012553\,(1+\varepsilon t_0)\,c\,.$$

(Du moins dans cette première région, dont la densité et la puissance

---

(*) M. Péclet (traité de physique t. 1) admet la progression suivante des valeurs que nous avons représentées par b, c'est-à-dire, de la mesure du décroissement :

à	30° de chaleur du sol.....	175 mètres	;
à	20°	190	;
à	10°	209	;
à	0°	235	;
à	— 10°	270	.

Si ces chiffres étaient définitifs, on représenterait assez bien les variations de b et de c, dans la partie inférieure de l'atmosphère, par les formules empiriques :

$$b = \frac{235}{(1+\varepsilon t_0)^3}\ ;\quad c = \frac{8}{(1+\varepsilon t_0)^3}\,.$$

Mais les météorologistes sont loin d'être d'accord entr'eux.

La plupart de leurs tableaux sont le résultat de comparaisons faites entre les différences de température et les différences de niveaux de points situés à la surface même de la terre. Or, la configuration du sol et l'élévation absolue des points comparés ont sur la rapidité du décroissement une influence qui ne doit pas être négligée.

M. C. Martins, comparant les températures de Genève (407 mètres d'altitude) et de l'hospice du Saint-Bernard (2493 mètres) trouve :

moyennes.

Au printemps, (mars, avril et mai) 179 mètres (pour une température moyenne, à Genève, d'environ 9°),
En été, (juin, juillet, août) 185 mètres (température moy. env. 18 degr.);
En automne, (septem, oct., nov.) 210 mètres (environ 10 degrés.);
En hiver, (déc., janvier, fév.) 232 mètres (environ 1 degré).

(Voir un million de faits, page 368, et le traité de météorologie de Kaemtz, traduit par M. Martins, page 210.)

De son côté, M. Bravais, prenant pour température de la station inférieure, la moyenne des températures de Milan, (altitude 140 m.), Genève (407 m.), et Zu-

réfractive son les plus grandes), seront comprises entre 8 et 12 millièmes.

Dès-lors, on peut assigner :

1.° A k'', les limites approximatives de 0,000064 à 0,000144 ;

---

rien (459 m.), et, pour station supérieure, le Faulhorn (2673 m.), arrive aux nombres suivants, basés sur 44 jours d'observations, dont la moyenne correspond au 12 août 1841 :

	Température de la station inférieure.	Différence de température pour 2336m de différence de niveau.	Décroissement de 1° pour
A midi.	21°,45	15°,15	155 mètres.
3 h. après midi.	22 ,28	16 ,57	141
6 h. »	20 ,91	16 ,82	139
9 h. »	17 ,85	14 ,75	159
Minuit.	14 ,67	11 ,72	200
6 h. du matin.	14 ,88	12 ,35	190
9 h. »	18 ,85	14 ,64	160

(Ibidem page 210.)

Déjà, De Saussure, avait constaté la variation diurne du décroissement par des observations faites simultanément à Genève (altitude 407 m.), Chamouni (1044 m.) et au col du géant (3428 m.), pendant 17 jours d'été.

Voici son tableau, que l'on peut comparer au précédent :

147m,93	à	midi.
139 ,94	à	2 h. du soir.
141 ,89	à	4 h.
140 ,92	à	6 h.
143 ,06	à	8 h.
156 ,90	à	10 h.
170 ,93	à	minuit.
189 ,96	à	2 h. du matin.
209 ,91	à	4 h.
194 ,90	à	6 h.
179 ,90	à	8 h.
160 ,02	à	10 h.

(Kaemtz, ibidem.)

Toutes ces valeurs de b, divisées par 29,25, donnent les valeurs de c. Ainsi c descendrait parfois au-dessous de 5.

2.° A $k = 2\sqrt{k''} + k'' - \zeta_0$ celles de 0,016 à 0,024;

3.° Au *maximum* de q'', c'est-à-dire, à $\frac{k''}{k}$,

celles de 0,004 à 0,006;

4.° Au *maximum* de q''', ou à $\frac{\zeta_0}{k}$;

celles de 0,033 à 0,026.

Cela posé, donnant au facteur polynôme (26)

$$(1 - q'v + q''v^2 + q'''v^{c-1})^{-\frac{1}{2}}$$

la forme binôme

$$(w + w')^{-\frac{1}{2}},$$

on obtiendra, par son développement en série,

$$w^{-\frac{1}{2}}\left\{1 - \frac{1}{2}\left(\frac{w'}{w}\right) + \frac{1.3}{2.4}\left(\frac{w'}{w}\right)^2 - \frac{1.3.5}{2.4.6}\left(\frac{w'}{w}\right)^3 + \ldots\right\};$$

et, comme w et w' sont indéterminés, on pourra toujours rendre cette série convergente.

La première combinaison qui se présente est celle-ci :

$$w = 1 - q'v;\ w' = q''v^2 + q'''v^{c-1}.$$

Lorsque la distance zénithale y_0 n'approche pas trop de $90°$, la série ci-dessus est assez convergente pour qu'on puisse se contenter de ses deux premiers termes, savoir :

$$w^{-\frac{1}{2}} - \frac{1}{2}w^{-\frac{3}{2}}w'.$$

Mais nous préférons la combinaison suivante :

$$(28)\ldots \quad w = 1 - v(1 - m) = \left(1 + \frac{mv}{1-v}\right)(1 - v),$$

avec

$$w' = -\left[q''(v - v^2) + q'''(v - v^{c-1})\right] = -\left(q'' + \chi q'''\right)(1 - v)\, v\,,$$

où nous faisons, pour abréger,

$$(29)\ldots \quad m = 1 + q'' + q''' - q' = \frac{\cos^2 y_0 (1 - \zeta_0)}{\cos^2 y_0 + k},$$

et

$$\chi = \frac{1 - v^{c-2}}{1 - v}.$$

v ayant pour limites 1 et 0, χ aura celles de $c - 2$ et 1.

Il s'en suit que la fraction

$$\frac{w'}{w}, \quad \text{ou} \quad -\frac{(q'' + \chi q''')\, v}{1 + m\dfrac{v}{1 - v}},$$

sera toujours très petite. En effet, lorsque v varie 1 à 0, le numérateur w' varie de $-\left[q'' + (c - 2)\, q'''\right]$ à zéro, tandis que le dénominateur w varie de ∞ à 1.

Il est donc permis de négliger la deuxième puissance de cette fraction, vis-à-vis de l'unité; ce qui change l'équation (26) en

$$(30)\ldots \quad \sigma = \Sigma \frac{(c - 1)\, q\zeta_0}{2} \int_{v_1}^{1} v^{c-2} \left(w^{-\frac{1}{2}} - 1/2\, w^{-\frac{3}{2}} w'\right) dv$$

$$= \Sigma\, (c - 1)\, \frac{q\zeta_0}{2} \int_{v_1}^{1} \left\{ v^{c-2} w^{-\frac{1}{2}} + \frac{q''}{2}(v^{c-1} - v^{c}) + \frac{q'''}{2}(v^{c-1} - v^{2c-3})\, w^{-\frac{3}{2}} \right\} dv.$$

L'intégration effectuée, l'expression de σ, prend cette forme,

$$(31)\ldots \quad \sigma = \Sigma \left\{ iqZ + i\, \frac{k''\, q\, Z'}{2(\cos^2 y_0 + k)} + i''\, q^3\, Z'' \right\},$$

qui suppose les abréviations suivantes :

(31 bis).

$$
\left\{
\begin{array}{l}
i = \frac{\zeta_0}{2} = 79'',93 \frac{p_0}{1+\varepsilon t_0}\,; \quad i'' = i\frac{\zeta_0}{2} = 0'',03097\left(\frac{p_0}{1+\varepsilon t_0}\right)^2; \\
a_1 = \frac{1}{2}\frac{c-1}{c}\,; \quad a_2 = \frac{1.3}{2.4}\frac{c-1}{c+1}\,; \quad a_3 = \frac{1.3.5}{2.4.6}\frac{c-1}{c+2}\,, \text{ etc.}\,; \\
a'''_0 = \frac{c-1}{c}\,; \quad a'''_1 = \frac{3}{2}\frac{c-1}{c+1}\,; \quad a'''_2 = \frac{3.5}{2.4}\frac{c-1}{c+2}\,, \text{ etc.}\,; \\
a'_0 = \frac{c-1}{c+1}\,; \quad a'_1 = \frac{3}{2}\frac{c-1}{c+2}\,; \quad a'_2 = \frac{3.5}{2.4}\frac{c-1}{c+3}\,, \text{ etc.}\,; \\
a''_0 = \frac{c-1}{2c-2}\,; \quad a''_1 = \frac{3}{2}\frac{c-1}{2c-1}\,; \quad a''_2 = \frac{3.5}{2.4}\frac{c-1}{2c}\,, \text{ etc.}\,; \\
d_0 = a'''_0 - a'_0 = \frac{a'''_0}{c+1}\,; \quad d_1 = a'''_1 - a'_1 = \frac{a'''_1}{c+2}\,, \text{ etc.}\,; \\
e_0 = a'''_0 - a''_0 = \frac{(c-2)\,a'''_0}{2c-2}\,; \quad e_1 = a'''_1 - a''_1 = \frac{(c-2)\,a'''_1}{2c-1}\,, \text{ etc.}\,; \\
\mathrm{A} = 1 + a_1(1-m) + a_2(1-m)^2 + \ldots\,; \quad \mathrm{A}_1 = 1 + a_1 v_1 (1-m) + a_2 v_1^2 (1-m)^2 + \ldots\,; \\
\mathrm{A}''' = a'''_0 + a'''_1(1-m) + a'''_2(1-m)^2 + \,; \quad \mathrm{A}'''_1 = a'''_0 + a'''_1 v_1 (1-m) + , \\
\mathrm{A}' = a'_0 + a'_1(1-m) + a'_2(1-m)^2 + \,; \quad \mathrm{A}'_1 = a'_0 + a'_1 v_1 (1-m) + \,; \\
\mathrm{A}'' = a''_0 + a''_1(1-m) + a''_2(1-m)^2 + \,; \quad \mathrm{A}''_1 = a''_0 + a''_1 v_1 (1-m) + \,; \\
\mathrm{D} = \mathrm{A}''' - \mathrm{A}' = d_0 + d_1(1-m) + d_2(1-m)^2 + \,; \\
\mathrm{E} = \mathrm{A}''' - \mathrm{A}'' = e_0 + e_1(1-m) + e_2(1-m)^2 + \,; \\
\qquad (1-m) = \frac{k + \zeta_0 \cos^2 y_0}{\cos^2 y_0 + k}\,; \\
\mathrm{Z} = \mathrm{A} - v_1^{c-1}\mathrm{A}_1\,; \quad \mathrm{Z}' = \mathrm{D} - v_1^{c}\mathrm{A}'''_1 + v_1^{c+1}\mathrm{A}'_1\,; \\
\mathrm{Z}'' = \mathrm{E} - v_1^{c}\mathrm{A}'''_1 + v_1^{2c-2}\mathrm{A}''_1\,.
\end{array}
\right.
$$

La quantité $(1-m)$, qui croît et décroît avec la distance zénithale y_0, a pour *maximum* l'unité, et pour *minimum*

$$\frac{k+\zeta_0}{1+k},$$

qui est une petite fraction.

D'un autre côté, v_1, est toujours plus petit que l'unité. Il en résulte que les séries Z, Z', Z'', toujours convergentes, sont très-commodes jusqu'à une grande distance du zénith. Elles ne cessent de l'être, près de l'horizon, que lorsque cos y_0 devient très-petit vis-à-vis de k, et que, par conséquent, $(1-m)$ se rapproche de l'unité.

On peut alors recourir aux transformations suivantes (*), qui donnent des séries rangées suivant les puissances ascendantes de m (29) et de $m_1 = 1 - v_1 (1 - m)$:

(31 ter).

$$
\left\{
\begin{array}{l}
Z = \dfrac{\sqrt{m_1}\, F_1 - \sqrt{m}\, F}{(1-m)^{c-1}}\,; \\[2ex]
Z' = \dfrac{\sqrt{m_1}\, F_1'}{(1-m)^{c+1}} + \dfrac{m\, F_1'''}{\sqrt{m_1}\,(1-m)^{c+1}} - \dfrac{\sqrt{m}\, J}{(1-m)^{c+1}}\,; \\[2ex]
Z'' = \dfrac{\sqrt{m_1}\, F_1''}{(1-m)^{2c-2}} + \dfrac{\left[1-(1-m)^{c-2}\right] F_1'''}{\sqrt{m_1}\,(1-m)^{2c-2}} - \dfrac{\sqrt{m}\, L}{(1-m)^{2c-2}}\,; \\[2ex]
F = g_0 - g_1 m + g_2 m^2 - g_3 m^3 + \text{etc.}\,;\quad F_1 = g_0 - g_1 m_1 + g_2 m_1^2 - \text{etc.}\,; \\
F''' = g_0''' + g_1''' m - g_2''' m^2 + g_3''' m^3 - \text{etc.}\,;\quad F_1''' = g_0''' + g_1''' m_1 - \text{etc.}\,; \\
F' = g_0' - g_1' m + g_2' m^2 - \text{etc.}\,;\quad F_1' = g_0' - g_1' m_1 + g_2' m_1^2 - \text{etc.}\,; \\
F'' = g_0'' - g_1'' m + g_2'' m^2 - \text{etc.}\,;\quad F_1'' = g_0'' - g_1'' m_1 + g_2'' m_1^2 - \text{etc.}\,: \\
J = F''' + F' = j_0 + j_1 m - j_2 m^2 + j_3 m_3 - \text{etc.}\,; \\[1ex]
L = \dfrac{1-(1-m)^{c-2}}{m} F''' + F'' = l_0 + l_1 m - l_2 m^2 + l_3 m^3 - \text{etc.}\,: \\[2ex]
g_0 = g_0''' = g_0' = 2\,(c-1)\,; \\[1ex]
g_1 = \dfrac{g_0}{3} \cdot \dfrac{(c-2)}{1}\,;\ g_2 = \dfrac{g_0}{5} \dfrac{(c-2)(c-3)}{1.2}\,;\ g_3 = \dfrac{g_0}{7} \cdot \dfrac{(c-2)(c-3)(c-4)}{1.2.3}\,;\ \text{etc.}\,; \\[2ex]
g_1''' = \dfrac{g_0}{1} \cdot \dfrac{(c-1)}{1}\,;\ g_2''' = \dfrac{g_0}{3} \dfrac{(c-1)(c-2)}{1.2}\,;\ g_3''' = \dfrac{g_0}{5} \cdot \dfrac{(c-1)(c-2)(c-3)}{1.2.3}\,;\ \text{etc.}\,; \\[2ex]
g_1' = \dfrac{g_0}{3} \dfrac{(c-1)}{1}\,;\ g_2' = \dfrac{g_0}{5} \cdot \dfrac{(c-1)(c-2)}{1.2}\,;\ g_3' = \dfrac{g_0}{7} \dfrac{(c-1)(c-2)(c-3)}{1.2.3}\,;\ \text{etc.}\,; \\[2ex]
g_0'' = \dfrac{g_0}{1} \cdot \dfrac{(2c-3)-(c-1)}{1}\,;\ g_1'' = \dfrac{g_0}{3} \cdot \dfrac{(2c-3)(2c-4)-(c-1)(c-2)}{1.2}\,;\ \text{etc.}\,; \\[2ex]
j_0 = 2\, g_0\,;\ j_1 = g_1''' - g_1' = \dfrac{2}{3} g_1'''\,;\ j_2 = g_2''' - g_2' = \dfrac{2}{5} g_2'''\,;\ \text{etc.}\,; \\[2ex]
l_0 = g_0'' + \dfrac{c-2}{1} g_0\,;\ l_1 = -g_1'' - \dfrac{(c-2)(c-3)}{1.2} g_0 + \left[\dfrac{c-2}{1} g_1'''\right]; \\[2ex]
l_2 = -g_2'' - \dfrac{(c-2)(c-3)(c-4)}{1.2.3} g_0 + \left[\dfrac{(c-2)(c-3)}{1.2} g_1''' + \dfrac{c-2}{1} g_2'''\right]; \\[2ex]
l_3 = -g_3'' - \dfrac{(c.2)\ldots(c-5)}{1.2.3.4} g_0 + \left[\dfrac{(c-2)\ldots(c-4)}{1.2.3} g_1''' + \dfrac{(c-2)(c-3)}{1.2} g_2''' + \dfrac{(c-2)}{1} g_3'''\right], \\
\text{etc.}
\end{array}
\right.
$$

(*) Nous exposons les règles de ces transformations dans une note rejetée à la fin du présent mémoire.

Le *maximum* de m est

$$\frac{1-\zeta_0}{1+k} = 1 - \frac{k+\zeta_0}{1+k} < 1 .$$

Il répond au zénith, de même que le *maximum* du m_1, qui est

$$1 = v_1 \frac{k+\zeta_0}{1+k},$$

et, par conséquent moindre aussi que l'unité.

Les séries (31 ter) seront donc suffisamment convergentes. Quant au *minimum* des deux mêmes quantités, il répond à la réfraction horizontale de la première région, pour laquelle on a :

$$(32)\ldots \left\{\begin{aligned} & y_0 = 0 ;\ m = 0 ;\ m_1 = 1 - v_1 ;\ q = \sqrt{\frac{1}{k}} ; \\ & Z = \sqrt{1-v_1}\,[g_0 - g_1(1-v_1) + g_2(1-v_1)^2 -, \text{etc.}] ; \\ & Z' = \sqrt{1-v_1}\,[g_0' - g_1'(1-v_1) + g_2'(1-v_1)^2 - \text{etc.}] ; \\ & Z'' = \sqrt{1-v_1}\,[g_0'' - g_1''(1-v_1) + g_2''(1-v_1)^2 - \text{etc.}] . \end{aligned}\right.$$

ζ_0, t_0, v_1, r_0, c, ε, y_0 étant connus, on aura pour déterminer ζ, t_1, r_1, y_1, qui appartiennent à la limite supérieure de la première région, les équations suivantes, tirées de (25 bis), (24) et (5 bis) :

$$(33)\ldots \left\{\begin{aligned} & \zeta_1 = v_1^{c-1}\,\zeta_0 ; \\ & 1 + \varepsilon t_1 = v_1 (1 + \varepsilon t_0) ; \\ & r_1 - r_0 = b\left(\frac{1}{\varepsilon} + t_0\right)(1 - v_1) = \frac{c\,.\,0^{\text{m}},76\,(1+\varepsilon t_0)\,(1-v_1)}{\eta} \\ & \qquad = 7991^{\text{m}},6\ .\ c\,(1+\varepsilon t_0)\,(1-v_1) , \qquad \text{ou} \\ & \frac{r_1}{r_0} = 1 + \frac{7991,6\ .\ c\,(1+\varepsilon t_0)\,(1-v_1)}{r_0} = 1 + (1-v_1)\sqrt{k''} ; \\ & \sin y_1 = \sin y_0 \left(\frac{r_0}{r_1}\right)\left(\frac{n_0}{n_1}\right) = \sin y_0 \left(\frac{r_0}{r_1}\right)\sqrt{\frac{1+\zeta_0}{1+\zeta_1}} . \end{aligned}\right.$$

Si l'on connait b_1, ε_1, v_2, qui remplacent b, ε et v_1, dans la seconde région, on aura les autres constantes en faisant :

$$(34)\quad \left\{\begin{array}{l} c_1 = \dfrac{\eta}{0,76}\,\dfrac{b_1}{\varepsilon_1} = c\,\dfrac{b_1}{b}\,\dfrac{\varepsilon}{\varepsilon_1}\,; \\ \sqrt{k_1''} = \dfrac{b_1}{r_1}\left(\dfrac{1}{\varepsilon_1} + t_1\right) = \dfrac{c_1 0^m,76}{\eta . r_1}(1+\varepsilon_1 t_1) = \sqrt{k''}.\,\dfrac{c_1}{c}\,.\,\dfrac{r_0}{r_1}\,v_1\,\dfrac{1+\varepsilon_1 t_1}{1+\varepsilon\, t_1}\,; \\ k_1 = 2\sqrt{k_1''} + k_1'' - \zeta_1 = 2\sqrt{k_1''} + k_1'' - v_1^{c-1}\,\zeta_0\,; \\ i_1 = i\; v_1^{c-1}\,; \\ i_1'' = i''\; v_1^{2c-2}\,. \end{array}\right.$$

Les formules (31), (31 bis), (31 ter) seront donc applicables à la seconde région, à condition d'y changer i, i'', c, k, k'', y, v_1, en i_1, i_1'', c_1, k_1, k_1'', y_1, v_2.

A la limite supérieure de cette seconde région, on aura

$$(34\ \text{bis})\quad \left\{\begin{array}{l} \zeta_2 = v_2^{c_1-1}\,\zeta_1 = v_1^{c-1}\,v_2^{c_1-1}\,\zeta_0\,; \\ 1+\varepsilon t_2 = v_2\,(1+\varepsilon t_1) = v_1\,v_2\,(1+\varepsilon t_0)\,; \\ r_2 = r_1 + 7991^m,6\,(1+\varepsilon t_1)\,c_1\,(1-v_2) \\ \quad = r_0 + 7991,6\,(1+\varepsilon t_0)\left\{c\,(1-v_1) + c_1\,v_1\,(1-v_2)\right\}\,; \\ \sin y_2 = y_1\,\dfrac{r_1}{r_2}\sqrt{\dfrac{1+\zeta_1}{1+\zeta_2}} = \sin y_0\,\dfrac{r_0}{r_2}\sqrt{\dfrac{1+\zeta_0}{1+\zeta_2}}\,, \end{array}\right.$$

et ainsi de suite.

La formule (31), soit qu'on la complète par (31 bis) ou par (31 ter), jouit de l'avantage que nous recherchions, de comprendre la sphère céleste tout entière ; et, par conséquent, de respecter la loi de continuité entre toutes les réfractions, quel que soit le nombre de régions qu'on adopte pour représenter l'atmosphère entière.

Dans toutes les régions qui ne sortiront pas de la limite des ascensions aérostatiques, les valeurs de b pourront être regardées comme connues par l'observation directe. De plus, on pourra y faire

$$\varepsilon = 0,00366.$$

Rien n'y restera donc indéterminé ; ce qui est fort important, car c'est à elle qu'est due la plus grande partie de la réfraction (*).

§ 2. — EMPLOI DE VALEURS MOYENNES POUR c ET k.

Les valeurs des constantes c et k au-delà de 7000 mètres de hauteur sont conjecturales comme celle de b, dont elles dépendent ; mais on peut supposer une atmosphère dans laquelle les différentes valeurs de c et de k seraient remplacées par des moyennes produisant la même réfraction sous une incidence donnée.

On aurait alors

$$v_1 = 0 ; \; m_0 = m ; \; m_1 = 1 ;$$

ce qui change les formules (31), (31 bis), (31 ter), en celles-ci :

$$(36) \ldots \quad \sigma = i\,q\,\mathrm{Y} + i\,q\,\frac{k''}{2(\cos^2 y_0 + k)}\,\mathrm{Y}' + i''\,q^3\,\mathrm{Y}'' ;$$

(*) Il suffit de leur supposer une épaisseur totale de 5700 mètres pour qu'elles produisent les trois quarts environ de la réfraction horizontale.

En effet, faisant

$$v_1 = 0{,}9 \,, \; p_0 = 0{,}76 \,, \; t_0 = 10^\circ, \; c = 7 \,, \; \varepsilon = 0{,}00366 \,,$$

et, par suite,

$$\sqrt{k''} = 0{,}0091088 \,, \; k = 0{,}0177324 \,, \; i = 58'',602 \,, \; i'' = 0'',1665 \,,$$
$$m_1 = 0{,}1 \,, \; \log \mathrm{Z} = 0{,}5076524 \,, \; \log \mathrm{Z}' = 0{,}4968512 \,, \; \log \mathrm{Z}'' = 1{,}1720614 \,,$$

on trouve, pour la hauteur de la première région, environ 5700 mètres, et pour la part de la réfraction horizontale qui lui est due,

$$1418'' + 3'' + 105'' = 1526'' ;$$

la réfraction totale n'étant, suivant la connaissance des temps, que de 2027″9.

Or, les réfractions qui appartiennent à la zône voisine de l'horizon, sont seules influencées notablement par les différentes suppositions qu'on peut faire sur la constitution d'une atmosphère dont on ne connaît que les couches inférieures.

Le calcul qui précède vient donc à l'appui de nos précédentes remarques sur l'utilité qu'on pourrait retirer des ascensions aérostatiques.

$$\text{36 bis)}\left\{\begin{aligned}
Y &= 1 + a_1(1-m) + a_2(1-m)^2 + a_3(1-m)^3 + \ldots \\
&= \frac{f - \sqrt{m}\,[g_0 - g_1 m + g_2 m^2 - \text{etc.}]}{(1-m)^{c-1}}\,; \\
Y' &= d_0 + d_1(1-m) + d_2(1-m)^2 + \ldots. \\
&= \frac{f' + m f''' - \sqrt{m}\,[j_0 + j_1 m - j_2 m^2 + j_3 m^3 - \text{etc.}]}{(1-m)^{c+1}}\,; \\
Y'' &= e_0 + e_1(1-m) + e_2(1-m)^2 + \ldots. \\
&= \frac{f'' + [1-(1-m)^{c-2}]f''' - \sqrt{m}\,[l_0 + l_1 m - l_2 m_1 + l_3 m^3 - \text{etc.}]}{(1-m)^{2c-2}}\,; \\
f &= g_0 - g_1 + g_2 - \text{etc.}\,; \\
f' &= g_0' - g_1' + g'_2 - \text{etc.}\,; \\
f''' &= g_0''' + g_1''' - g_2''' + \text{etc.}\,; \\
f'' &= g_0'' - g_1'' + g_2'' - \text{etc.},
\end{aligned}\right.$$

et l'expression (32) de la réfraction horizontale en

$$(37)\ldots\quad if\sqrt{\frac{1}{k}} + i\frac{k''}{2}\,f'\sqrt{\frac{1}{k^3}} + i''\,f''\sqrt{\frac{1}{k^3}}\,.$$

Cette nouvelle expression de σ est identique avec celle de la dernière région de la formule générale (31). Seulement, ici, soit qu'il s'agisse de l'atmosphère entière ou de sa partie supérieure composée de plusieurs régions distinctes, k, k'', c ne désignant plus des constantes, mais des moyennes, n'ont plus les relations qu'avaient leurs composantes, dans chaque région isolée, sauf la relation de k et k'' qui subsiste.

Dans les formules (36) et (37), $\sqrt{k''}$ peut encore se prendre pour une fonction de k, d'après l'équation

$$(38)\ldots\left\{\begin{aligned}
&1 + \sqrt{k''} = \sqrt{1 + k + \zeta_0}\,, \\
&\text{ou } \sqrt{k''} = \left(\frac{k+\zeta_0}{2}\right)\left\{1 - \frac{1}{2}\left(\frac{k+\zeta_0}{2}\right) + \ldots\right\}
\end{aligned}\right.$$

tirée de (26 bis).

Mais c et k, ou, si l'on veut, c et k'' deviennent des inconnues indépendantes. On n'a plus (26 bis) l'équation

$$\sqrt{k''} = \frac{c \, . \, 0{,}76}{\eta \, r_0} = \frac{7991{,}6}{r_0} \, c \, (1 + \varepsilon t_0) \; ;$$

car elle suppose l'égalité des moyennes de ε et de b dans les équations (20) et (26 bis), qui résultent de deux intégrations ou sommations différentes, (16) et (26).

C'est donc à l'observation à déterminer k aussi bien que c, lorsqu'il s'agit de valeurs moyennes, et l'équation précédente se change en

$$(39)\ldots \qquad \sqrt{k'} = \beta \, \frac{7991{,}6}{r_0} \, c \, (1 + \varepsilon t_0)$$

β pouvant varier d'une moyenne à une autre.

La formule (36) n'est rigoureusement applicable qu'à la distance zénithale pour laquelle les constantes ont été déterminées. Mais elle sert approximativement pour les autres incidences. Les réfractions les plus approchées sont, d'une part, celles des incidences très-voisines, et, d'autre part, celles de la partie supérieure de la sphère céleste.

En effet, jusqu'à une grande distance du zénith, la constante k est fort petite vis-à-vis de $cos^2 y_0$. Une légère différence dans l'estimation de cette constante altèrera donc très peu les valeurs de q, de $1 - m$ et de $1 - m_1 = v_1 \, (1 - m)$.

D'un autre côté, la forme même des coefficients a_1, a_2, etc., de la première partie de la réfraction (laquelle est beaucoup plus forte que les deux autres) montre qu'elle n'est que peu influencée par la valeur de c, lorsque la convergence des séries permet de n'employer qu'un petit nombre de termes : d'où il suit (ce que l'on sait, du reste, depuis longtemps) que, jusqu'à une certaine distance du zénith, les réfractions sont indépendantes de c et de b, c'est-à-dire de la chaleur des couches supérieures. Elles ne dépendent que de la pression et de la chaleur de la couche inférieure.

§ 3. — APPLICATIONS NUMÉRIQUES.

Les applications numériques des formules précédentes sont fort laborieuses, surtout entre 80° et 85° de distance zénithale, vers le

point où la transformation (31 ter) commence à présenter de l'avantage. On facilitera les calculs en dressant à l'avance un tableau des logarithmes de a_1, a_2, ... a'_0, a'_1 ... a''_0, a''_1 ... d_0, d_1, ... g_0, g_1 .... g'_1, ... g''_1, ... j_1, j_2 ... l_1, l_2 ... f, f', f'', f''', en regard des différentes valeurs de c, dont ces coefficients sont des fonctions connues.

Essayons d'abord les formules (36) et (37), dans la supposition d'une température et d'une pression moyennes, c'est-à-dire, de

$$t_0 = 10^\circ\,;\; p_0 = 0{,}76\,;$$

ce qui donne

$$\zeta_0 = 0{,}0005682\,,\; \log(1-\zeta_0) = \bar{1}{,}9997531,$$

et (en prenant pour unité la seconde de degré)

$$\log i = 1{,}7679122\,;\; \log i'' = \bar{2}{,}2213834.$$

Supposons, de plus, $c = 7$, et $\varepsilon = 0{,}00366$, dans toute l'atmosphère. Enfin, faisons $r_0 = 6\,366200$ mètres. Il viendra :

$$\sqrt{k''} = 0{,}0091088\,;\; k = 0{,}017732\,;$$

$$\log\sqrt{k''} = \bar{3}{,}9594621\,;\; \log\sqrt{\frac{1}{k}} = 0{,}8756162\,;\; \log\sqrt{\frac{1}{k^3}} = 2{,}6268487\,;$$

$$\log f = 0{,}6466879\,;\; \log f' = 0{,}6119261\,;\; \log f'' = 1{,}2589698.$$

Avec ces données, les réfractions calculées s'accordent avec les tables usuelles depuis le zénith jusqu'à une grande distance, comme on devait s'y attendre. A 60°, on a 101″. Le désaccord ne se fait sentir que vers l'horizon. A l'horizon même, on trouve

$$\sigma = 1953'' + 5'' + 128'' = 2086''.$$

Si nous remplacions $c = 7$ par $c = 8$, en conservant $\varepsilon = 0{,}00366$, nous aurions $\sqrt{k''} = 0{,}01041\,;\; k = 0{,}02036\,;$

$$\log f = 0{,}6788728;\; \log f' = 0{,}6489101\,;\; \log f'' = 1{,}3710519\,;$$

Réfract. horizont. $\sigma = 1963'' + 5'' + 135'' = 2103''$.

Ces nombres s'écartent notablement de l'observation directe, laquelle, du reste, est fort incertaine (*).

Dominique Cassini (en 1662) faisait la réfraction horizontale de 32′40″ ou.. 1940″;

Newton, dans la table publiée par Halley, de 33′45″ ou 2025″;

Flamsteed (1698), Bouguer, pour la réfraction en mer, (1729), Bradley, etc., de 33′ ou.................... 1980″;

Les tables de Lahire (**) portaient................ 1920″;

La température et la pression y doivent être supposées moyennes. A cette époque, les variations de la réfraction dans un même lieu étaient à peine soupçonnées, ou regardées comme fort douteuses.

Lacaille (vers 1754), pour la température et la pression qui répondent à 10° centigrades et à $0^{m},76$, donne........ ... 2030″;

Les dernières tables de la Connaissance des temps, sur une donnée tirée par Delambre de ses propres observations et de celles de Piazzi, 2026″,3; puis après correction.... 2027″,9

Ces nombres ont, tour à tour, été généralement adoptés.

Si donc aucune force étrangère à la réfraction ne vient contrarier l'effet de celle-ci, quand la trajectoire du rayon lumineux se rapproche de la surface de la terre (et rien ne donne lieu de le soupçonner) il est probable que nos valeurs de $\sqrt{k''}$ et de k doivent être augmentées; car la moyenne de c ne peut guère descendre au-dessous de 7, dans les circonstances atmosphériques que nous supposons (***).

(*) Voir Delambre, *Histoire de l'Astronomie au 18.e siècle*, pages 339, 437, 485, etc., avec la note de M. Mathieu, pages 775 et suivantes. — Delambre, *Astronomie théorique et pratique*, ch. 13, § 21, tome 1.er, page 301.

(**) 3.e édition, Paris, 1735, page 6 des tables, et page 1 de leur usage.

(***) Il semble même que la moyenne de b (un des facteurs de c) doit être plus élevée que la valeur particulière de b appartenant à une première région limitée à 5 ou 6000 mètres.

En effet, si l'on suppose b constant et égal à 209 mètres, d'après le tableau ci-dessus de M. Péclet, et la température de l'espace à — 273°, on aura un peu plus de 59 kilomètres pour l'épaisseur de l'atmosphère. C'est à peu près celle qu'on lui donnait il y a quelques années. Mais de récentes observations sur l'heure pré-

Prenant le nombre 2026″, nous trouvons que l'hypothèse de $c = 7$ oblige de faire

$$k = 0{,}018584\,,\quad \sqrt{k''} = 0{,}009531\,,\quad \log\frac{k''}{2} = \bar{5}{,}6572470\,.$$

et l'hypothèse de $c = 8$,

$$k = 0{,}02165\,,\quad \sqrt{k''} = 0{,}011045\,,\quad \log\frac{k''}{2} = \bar{5}{,}7743014 \ (*).$$

Le tableau suivant met en regard quelques réfractions calculées avec ces données, et les mêmes réfractions d'après la table de la Connaissance des temps.

DISTANCE zénithale apparente.	RÉFRACTION CALCULÉE avec $c = 7$ et $k = 0{,}018584$.	RÉFRACTION CALCULÉE avec $c = 8$ et $k = 0{,}02165$.	TABLE de la connaissance des temps.
30°	33″,4 + 0 + 0 = 33″,4	33″,3 + 0″ + 0″ = 33″,3	33″,7
60°	97″,9 + 0 + 0 = 97″,9	97″,4 + 0″ + 0″ = 97″,4	100″,7
78°	....	260″ + 0″ + 0″ = 260″	268″,1
...	....	....	......
86°	690″ + 0″,5 + 7″,5 = 698″	....	708″,8
88°	1059″ + 1″ + 26″ = 1086″	1056″ + 1″ + 28″ = 1085″	1103″,1
89°	1384″ + 2″½ + 54″ = 1440″½	1381″ + 2″½ + 56″ = 1439″½	1162″,3
90°	1903″ + 4″ + 119″ = 2026″	1898″ + 5″ + 123″ = 2026″	2027″,9

cise du point du jour, et sur les hauteurs angulaires du segment d'atmosphère éclairé par le soleil couchant, tendent à faire porter cette épaisseur à 80 kilomètres (voir le traité cité de Kaemtz, etc).

Par suite, la moyenne arithmétique de b se trouve augmentée. Les physiciens qui ne font descendre la température de l'espace qu'à — 60°, supposent une moyenne arithmétique plus grande, mais en appliquant la plus forte augmentation de b aux couches les plus élevées et, par conséquent, les moins denses.

(*) $\beta - 1$ ou l'augmentation *relative* de $\sqrt{k''}$ est de $\frac{1}{22}$, dans la première hypothèse, et de $\frac{1}{16}$ ou $\frac{1}{17}$ dans la seconde.

Au-dessous de 75° ou 78° de distance zénithale, on peut négliger les deux dernières parties de la formule. A 60°, la convergence de la série désignée par Y, permet de se contenter de ses trois premiers termes. Enfin, du zénith, à 30° de distance, on peut, sans erreur sensible, faire simplement

$$\sigma = iq = 79'',93 \frac{p_0}{1 + \varepsilon t_0} \frac{\sin y_0}{\sqrt{\cos y_0 + k}},$$

formule dans laquelle la réfraction ne dépend de c et de b, qu'en raison des relations que ces constantes peuvent avoir avec la constante k, qui, elle-même, n'a qu'une très-petite influence dans ces limites.

Nous pourrions continuer nos applications numériques sur une atmosphère divisée en deux régions principales, la première, dans un état moyen conforme aux observations aérostatiques, et la seconde suivant plusieurs hypothèses différentes; puis, passer au cas de trois régions, etc.

Mais avant de chercher à fixer, par ces essais, les valeurs des constantes de nos formules, il faudrait avoir des observations directes de réfractions, plus certaines (*) et plus complètes que celles que nous trouvons dans les traités d'Astronomie.

§ 4. — RÉDUCTION DES FORMULES (31) ET (36) A DEUX TERMES.

La petitesse du second terme de ces formules permet de le transformer, par une grossière approximation, de manière à ce qu'on

---

(*) Pour donner une idée de leur incertitude, nous transcrirons ici un passage du chap. 13 de l'*Astronomie théorique et pratique* de Delambre (tome 1.er, page 319. Paris 1814).

« J'ai déjà parlé de l'incertitude des observations de réfraction dans le voisinage
» de l'horizon. J'ai remarqué que d'un jour à l'autre, et dans des circonstances qui
» étaient les mêmes en apparence, la réfraction variait de 15 à 20", sans qu'on
» pût en soupçonner la cause; mais les variations sont encore bien plus sensibles
» à l'horizon; on en jugera par le tableau suivant.

puisse le réunir au premier, au moyen d'un simple changement des coefficients appartenant à la série Y ou Z.

Ainsi, en observant que $\sqrt{k''}$ est approximativement égal, d'une part, à

$$\frac{k + \zeta_0}{2}; \text{ qui diffère peu de } \frac{k + \cos^2 y_0 . \zeta_0}{2},$$

et, d'autre part, (26) et (39) à

$$\frac{7991{,}6\,(1 + \varepsilon t_0)}{r_0}\,c, \text{ ou plutôt } \beta\,\frac{7991{,}6\,(1 + \varepsilon t_0)}{r_0}\,c,$$

....

(Suivent des observations faites entre 89° 54' et 90° 9' de distance zénithale.)

....

» Toutes ces observations sont du mois de juin, au lever du soleil. De la première
» à la seconde, il y avait huit jours d'intervalle; onze jours, de la seconde à la troi-
» sième. Le baromètre n'a presque pas varié; le thermomètre n'a pas varié beaucoup
» davantage, et la réfraction a changé de 4 minutes. A ces distances au zénith,
» suivant nos dernières tables, la réfraction change de 11 à 12" pour chaque minute
» de variation dans la distance. Celles de Bradley et de tous les autres astronomes
» varient de 10 à 11".

» Supposons 11" de variation, et réduisons toutes ces réfractions à l'horizon
» astronomique, c'est-à-dire à 90° de distance apparente, nous aurons, pour la
» réfraction horizontale :

BAROMÈTRE.	THERMOMÈTRE centigrade.	RÉFRACTION horizontale.	
0m,7444	20°,8	33′ 52″	
0 ,7444	20 ,8	30′ 33″	
0 ,7476	25 ,8	30′ 33″	Milieu.... 32′ 25″
0 ,7456	25 ,4	31′ 6″	
0 ,7489	14 ,8	34′ 15″	
0 ,7451	24 ,0	34′ 12″	

« Du premier au second jour, on a une différence de 3' 19", quoique le baro-
» mètre et le thermomètre soient les mêmes.

» Du second au troisième, la réfraction n'a point changé, quoique le thermo-
» mètre se soit élevé de 4° Réaumur (5° centigrades).

qui diffère peu de

$$\frac{\beta}{800}\,c,$$

(β étant un coefficient voisin de l'unité, et qu'on peut, sans inconvénient. regarder ici comme invariable) il sera permis de remplacer

$$Y + \frac{k''}{2\,(\cos^2 y + k)}\,Y'.$$

par

» Les deux derniers jours, la réfraction n'a varié que de 3", quoique le thermo-
» mètre ait monté de 7°,36 R. (9°,2 centigrades).

» On ne peut donc compter à 2 minutes près sur le milieu, qui est à peu près
» celui de Cassini. Il paraît peu probable qu'on puisse jamais calculer des anomalies
» pareilles. Que serait-ce si j'eusse observé en hiver ?

» A 75°, je n'ai pu accorder les observations des différents jours mieux qu'à 6
» ou 7" près, entre les valeurs extrêmes. A 77°, j'ai eu des variations de 10 à 11".
» A 79°, elles étaient de 15". A 82° elles allaient jusqu'à 36", c'est-à-dire que
» la table que j'avais construite représentant les observations de plusieurs jours à
» 1" ou 2" près, s'est trouvée une fois en erreur de — 17", et une autre fois de
» + 19". A 84°, j'ai été plus heureux. L'erreur était de moitié moindre. A
» 86°, les différences entre les extrêmes étaient de 30". A 88°, les erreurs, nulles
» pendant plusieurs jours, allaient ensuite à + 15" et — 20". A 89°, de — 15"
» à + 30".

» Les tables de Bradley et Mayer donnaient des erreurs plus fortes encore, ensorte
» qu'il me paraît impossible de faire une bonne table pour ces derniers degrés.
» Mais, du zénith à 82°, on peut avoir nombre de tables à-peu-près également
» bonnes.

» Dans le livre V de la *Specola di Palermo* de M. Piazzi, vous trouverez un
» grand nombre de réfractions observées ; j'en ai refait les calculs, que j'ai trouvés
» très-justes. On remarque entre ces réfractions des différences au moins égales à
celles qui se trouvent dans mes observations. »

En disant que nous voudrions des observations plus complètes, nous entendons des observations où fussent notés, non-seulement le degré de l'hygromètre à la station d'observation, la direction du vent, l'azimuth de l'astre, l'heure et le jour, mais encore les indices que l'on peut avoir de l'état hygrométrique des couches supérieures, de la direction de leurs courants, et enfin l'état plus ou moins nuageux du ciel. On comprend facilement que des courants superposés et de direction contraire peuvent déranger considérablement le décroissement normal de la chaleur. De forts nuages laissant entr'eux de rares éclaircies produiraient un effet analogue.

Tous ces indices, soigneusement recueillis, ne rendront pas inutile, il est vrai, la méthode qui consiste à corriger, dans l'observation d'un astre dont on ignore la position, la réfraction des tables par comparaison avec l'observation faite, peu de temps avant ou après, d'une étoile de position parfaitement connue ; mais la précision de cette méthode elle-même sera en raison de la perfection des tables.

$$V = Y + \frac{\beta c}{1600} \cdot \frac{k + \cos^2 y_0 \zeta_0}{\cos^2 y_0 + k} Y' = Y + \frac{\beta c (1 - m) Y'}{1600},$$

et la formule (36) par la suivante :

$$(40)\ldots \qquad \sigma = iq\,V + i''q^3\,Y''.$$

V représentera, à volonté, une série rangée suivant les puissances de $(1 - m)$, ou suivant les puissances de m, avec des coefficients dépendant de c, comme ceux de Y, Y′ et Y″.

A la température moyenne de 10°, et à la pression de 0m,76, cette formule devient

$$\sigma = 58'',6 \frac{\sin y_0}{\sqrt{\cos^2 y_0 + k}} V + 0'',01665 \left(\frac{\sin y_0}{\sqrt{\cos^2 y_0 + k}}\right)^3 Y''.$$

Le premier terme peut se comparer à la formule de Bradley, ou

$$\sigma = 57'' \operatorname{tang} (y_0 - 3\sigma).$$

Lacaille augmentait la réfraction de $\frac{1}{27}$ pour un abaissement de 10° R (12° 1/2 centigr.), ou pour une élévation d'un pouce (27 millimètres) dans le baromètre. La Connaissance des temps l'augmente de 0,036 pour un abaissement de 10° centigr., et de 0,013 pour une élévation de 10 millimètres.

Suivant nos formules, il faudrait remplacer la dernière variation thermométrique par une augmentation de 0,0366 sur le premier terme, et de 0,0745 sur le dernier, et la dernière variation barométrique par 0,013 sur le premier terme, et 0,026 sur le dernier ; le tout indépendamment des différences produites par les variations de c et de k, qui accompagnent les changements de température et de pression.

Ajoutons que le dernier terme décroît rapidement dans les régions supérieures, parce que i'' diminue en raison du carré de la densité de l'air; outre que la distance zénithale, en diminuant de son côté, influe fortement sur q qui s'y trouve à la 3.e puissance.

NOTE SUPPLÉMENTAIRE SUR LES TRANSFORMATIONS OPÉRÉES DANS LA FORMULE (21).

Les règles de ces transformations, que nous allons exposer brièvement, découlent de la théorie des intégrales dites Eulériennes, dont Legendre a donné un traité accompagné de tables numériques.

Représentons 1.° par $F\begin{bmatrix} a, r \\ b \end{bmatrix}$ la série infinie

$$\frac{1}{b-1} - \frac{a}{1} \cdot \frac{r}{b} + \frac{a(a-1)}{1.2} \cdot \frac{r^2}{b+1} - \frac{a(a-1)(a-2)}{1.2.3} \cdot \frac{r^3}{b+2} + \text{etc.},$$

(En plaçant devant F, les variables du second terme)

2.° Par $\int\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix}$ ce que devient la série en question, dans le cas particulier de $r = 1$; b, a, r, étant, d'ailleurs, des quantités quelconques.

Nous aurons, ainsi qu'il est facile de s'en assurer,

$$F.\begin{bmatrix} a, r \\ b \end{bmatrix} - F\begin{bmatrix} a+1, r \\ b \end{bmatrix} = r\,F\begin{bmatrix} a, r \\ b+1 \end{bmatrix},$$

et

$$\int\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} - \int\begin{bmatrix} a+1 \\ b \end{bmatrix} = \int\begin{bmatrix} a \\ b+1 \end{bmatrix};$$

puis, en ne faisant varier que $r = 1 - m$,

$$r^{b-1}\,F\begin{bmatrix} a, r \\ b \end{bmatrix} = \int_0^r r^{b-2}(1-r)^a\,dr = \int_m^1 (1-m)^{b-2}\,m^a\,dm$$

$$= \int\begin{bmatrix} b-2 \\ a+2 \end{bmatrix} - m^{a+1}\,F\begin{bmatrix} b-2, m \\ a+2 \end{bmatrix};$$

et

$$\int\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \int\begin{bmatrix} b-2 \\ a+2 \end{bmatrix},$$

équations qui reviennent à

$$\frac{1}{b-1} - \frac{a}{1} \cdot \frac{r}{b} + \frac{a(a-1)}{1.2}\,\frac{r^2}{b+1} - \text{etc.}$$

$$= \frac{\left[\frac{1}{a+1} - \frac{b-2}{1} \cdot \frac{1}{a+2} + \ldots\right] - (1-r)^{a+1}\left[\frac{1}{a+1} - \frac{b-2}{1} \cdot \frac{(1-r)}{a+2} + \ldots\right]}{r^{b-1}},$$

$$\frac{1}{b-1} - \frac{a}{1} \cdot \frac{1}{b} + \frac{a\,(a-1)}{1\,.\,2}\,\frac{1}{b+1} - \text{etc.}$$

$$= \frac{1}{a+1} - \frac{b-2}{1} \cdot \frac{1}{a+2} + \frac{(b-2)\,(b-3)}{1\,.\,2} \cdot \frac{1}{a+3} - \text{etc.}$$

On remarquera, en passant, que ces formules, si on prend successivement pour b la suite des nombres entiers au-dessus de l'unité, renferment une classe importante *de séries infinies*, en a et r, sommées au moyen *d'un nombre fini de termes*.

Cela posé, r et r_1 désignant deux valeurs différentes de la variable r; m, et m_1 les deux valeurs correspondantes de m;

Enfin, v_1 le quotient de r_1, divisé par   on trouvera que

$$\mathrm{F}\left[{a,\,(1-m) \atop b}\right] - v_1^{\,b-1}\,\mathrm{F}\left[{a,\,v_1\,(1-m) \atop b}\right]$$
$$= \frac{m_1^{\,a+1}\,\mathrm{F}\left[{b-2,\ m_1 \atop a+2}\right] - m^{a+1}\,\mathrm{F}\left[{b-2,\ m \atop a+2}\right]}{(1-m)^{b-1}},$$

et cette formule donnera :

1.° la transformation de Z, si l'on change a en $-\frac{1}{2}$, et b en c;

2.° la transformation de Z', si l'on fait $a = -\frac{3}{2}$, puis, successivement, $b = c + 1$, et $b = c + 2$, en observant que

$$\mathrm{F}\left[{c-1,\ m \atop \frac{1}{2}}\right] - \mathrm{F}\left[{c,\ m \atop \frac{1}{2}}\right] = m\,\mathrm{F}\left[{c-1,\ m \atop \frac{3}{2}}\right],$$

et que les séries du premier membre de cette dernière équation, ont des valeurs négatives;

3.° La transformation de Z'', en deux parties, par la supposition de $a = -\frac{3}{2}$, et le changement de b en $c + 1$ et $2\,c - 1$.

ERRATA.

Page 182, *ligne* 4, *après* r, *ajoutez :* cette normale étant, par supposition, dirigée vers un centre fixe.

Page 189, *ligne* 8, X...... $d\zeta$, *supprimez* $d\zeta$.

Page 194, *ligne* 20, *au lieu de* q, *lisez :* q''.

Page 195, *ligne* 4, *au dénominateur, au lieu de* ocs, *lisez :* cos.

Page 203, *ligne* 22, *au lieu de.....* les séries Z, Z′, Z″, *lisez :* les séries de Z, Z′, Z″.

Page 205, *ligne* 4, *au lieu de* 1 = *lisez :* 1 —.

Page 205, *ligne* 14, *au lieu de* ζ, *lisez* ζ_1.

Page 207, *ligne* 2, *au lieu de* elle, *lisez :* elles.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

MÉMOIRE

SUR LE PENDULE CONIQUE,

OU RÉGULATEUR A FORCE CENTRIFUGE,

Par M. MAHISTRE, Membre résidant.

(*Séance du 18 juillet* 1856.)

Les diverses théories du pendule conique qui sont venues à ma connaissance, négligent le poids des tiges ainsi que les actions que la force centrifuge exerce sur elles ; ou si elles en tiennent compte, elles le font d'une manière inexacte, au moins pour cette dernière force. En faisant abstraction des deux forces qui précèdent, on est conduit à une expression remarquable de la hauteur h du pendule conique, savoir :

$$h = \frac{g}{\omega^2},$$

dans laquelle g est la gravité, ω la vitesse angulaire de rotation. Mais ce résultat, qui est d'une remarquable simplicité, n'exprime la valeur de h qu'avec une grossière approximation, comme on le verra ci-après.

Dans une note sur le calcul de la force centrifuge, insérée dans les mémoires de la Société impériale des sciences de Lille (2.e série. t. 2, année 1855), j'ai démontré :

1.o *Que la résultante des actions centrifuges sur un corps de forme quelconque, homogène ou hétérogène, tournant autour d'un axe fixe ou instantané, est la même, en grandeur, que si toute la*

masse du mobile était concentrée en un point quelconque d'une ligne, menée par le centre de gravité, parallèlement à l'axe de rotation.

2.° Que la résultante était déterminée par les trois équations

$$\left\{\begin{aligned} & ay_1 - bx_1 = o \\ & maz_1 = \int x'z'dm \\ & mbz_1 = \int y'z'dm \ , \end{aligned}\right.$$

dans lesquelles le signe intégral s'étend à toute la masse du corps, et où l'on désigne par a, b, c les coordonnées du centre de gravité du mobile, par x', y', z' les coordonnées d'une molécule quelconque dm, par x_1, y_1, z_1 les coordonnées courantes de la résultante. On a pris pour axe des z' l'axe de rotation à l'instant où l'on estime la force centrifuge. On peut remarquer que les équations ci-dessus restent les mêmes quand on transporte les axes au centre de gravité, parallèlement à eux-mêmes. Maintenant nous prendrons ce point pour origine.

On voit aussi que les deux dernières équations conduisent à la relation

$$a\int y'z'\,dm - b\int x'z'\,dm = o \ ,$$

laquelle exprime la condition qui doit être remplie pour que le système des forces se réduise à une résultante unique.

Si l'on applique ces formules au cas d'un cylindre oblique à l'axe de rotation (fig. 1), on aura $b = o$, d'où $y_1 = o$, ce qui fait disparaître la première des équations ci-dessus. A cause de la symétrie, on a aussi

$$\int y'z'dm = o \ ,$$

par suite l'équation de condition est satisfaite. Il reste donc pour déterminer la résultante l'équation unique

$$(1)\ldots \qquad z_1 = -\frac{1}{ma}\int x'z'dm \ ,$$

dans laquelle on a tenu compte du signe de a, dont la valeur absolue est ici égale à OA.

Pour intégrer cette équation, nous transformerons d'abord les coordonnées x', z', en d'autres relatives aux axes Ox, Oz, et l'on trouvera sans peine, en nommant φ l'angle aigu que l'axe du cylindre fait avec l'axe de rotation,

$$(2)\ldots \qquad \begin{cases} x' = x \cos\varphi - z \sin\varphi \\ z' = x \sin\varphi + z \cos\varphi. \end{cases}$$

A l'aide de ces valeurs, celle de z_1 devient, en nommant D la densité constante de la matière du cylindre,

$$z_1 = -\frac{D \sin\varphi \cos\varphi}{ma}\left(\int x^2\, dxdydz - \int z^2\, dzdxdy\right),$$

car, dans ce nouveau système de coordonnées, l'on a évidemment

$$\int xzdm = o\ .$$

Effectuant les intégrations indiquées, nommant l et p la hauteur et le rayon du cylindre, on trouve

$$(3)\ldots \qquad z_1 = \frac{1}{4}\sin\varphi\cos\varphi\left(\frac{1}{3}\frac{l^2}{a} - \frac{p^2}{a}\right)$$

en observant que $m = \pi p^2 l D$.

Si p est très-petit, comme cela a lieu dans le pendule conique, on pourra négliger le 2me terme et prendre simplement

$$(4)\ldots \qquad z_1 = \frac{1}{12}\sin\varphi\cos\varphi\frac{l^2}{a}.$$

Posant N B $= \rho$ et observant que OP $= \frac{1}{2} l \sin\varphi$, on a pour la valeur de a

$$a = \rho + \frac{1}{2}\, l \sin\varphi\ ;$$

par suite, la valeur de z_1 devient

$$z_1 = \frac{1}{12} \sin\varphi \cos\varphi \frac{l^2}{\rho + \frac{1}{2} l \sin\varphi} .$$

De là on conclut :

$$(6)\ldots \qquad OG = \frac{1}{12} \sin\varphi \frac{l^2}{\rho + \frac{1}{2} l \sin\varphi}$$

$$(7)\ldots \qquad MG = \frac{1}{2} l \left(1 - \frac{1}{6} \sin\varphi \frac{l}{\rho + \frac{1}{2} l \sin\varphi}\right) ,$$

$$(8)\ldots \qquad NG = \frac{1}{2} l \left(1 + \frac{1}{6} \sin\varphi \frac{l}{\rho + \frac{1}{2} l \sin\varphi}\right)$$

si ρ est nul ou très-petit, et si φ n'est pas très-petit, les formules ci-dessus donnent

$$(9)\ldots \qquad \left\{ \begin{array}{l} OG = \frac{1}{6} l \\ MG = \frac{1}{3} l \\ NG = \frac{2}{3} l , \end{array} \right.$$

d'où il résulte que *lorsqu'un cylindre d'un très-petit diamètre tourne autour d'un axe, si ce cylindre se termine sur l'axe ou très-près de l'axe, sans faire avec lui un très-petit angle, la résultante des actions centrifuges rencontrera celui du cylindre à très-peu près, au tiers de sa longueur, à partir de l'extrémité la plus éloignée de l'axe de rotation, ou aux deux tiers à partir de l'autre extrémité, l'axe du cylindre et l'axe de rotation étant dans le même plan.*

Quant à l'intensité de cette résultante, elle se calculera comme si la masse du cylindre était concentrée en un point quelconque de Oz'.

Maintenant, si l'on décompose la force R en deux forces parallèles X, Y, agissant aux deux points M, N, on trouve

$$(10)\ldots\ X = \frac{1}{2}\,R\left(1 + \frac{1}{6}\sin\varphi\,\frac{l}{\rho + \frac{1}{2}\,l\sin\varphi}\right),$$

$$(11)\ldots\ Y = \frac{1}{2}\,R\left(1 - \frac{1}{6}\sin\varphi\,\frac{l}{\rho + \frac{1}{2}\,l\sin\varphi}\right).$$

TRAVAUX ÉLÉMENTAIRES DES FORCES QUI SOLLICITENT LE RÉGULATEUR.

2. — Reprenons la question que nous avons en vue. Généralement, le pendule conique forme un hexagone tel que celui de la (fig. 2), dans lequel les quantités égales

$$MS,\ Ms,\ Uc,\ uC,$$

sont très-petites.

Pour abréger le discours, j'inscris le poids de chaque pièce à l'extrémité de la verticale du centre de gravité; ainsi, par exemple, T est le poids de la tige SE, L est le poids de AU, enfin M est le poids de la douille. Soient aussi F′ et F″ les résultantes des actions centrifuges sur les tiges cylindriques telles que AU, SE (Je suppose que la tige qui porte les boules entre dans celles-ci jusqu'en E). Je puis décomposer F′ en deux forces parallèles X, Y, agissant aux points A et U, et l'on aura, en vertu de la formule (10) du numéro précédent.

$$(1)\ldots\quad X = \frac{1}{2}\,F'\left(1 + \frac{1}{6}\sin\varphi\,\frac{l}{\rho + \frac{1}{2}\,l\sin\varphi}\right).$$

J'opère une décomposition analogue relativement à la tige *au*. Je puis également remplacer, de chaque côté, la force L par deux forces égales à $\frac{1}{2}$ L et agissant en A, U et en *a, u*. Ces dernières se composent à leur tour en une force unique L, agissant suivant l'axe de la douille. Enfin, j'écris pour abréger,

$$MS = \rho,\ SE = \lambda,\ SA = l,\ SD_1 = t.$$

Cela posé, j'imprime au système un mouvement infiniment petit, qui lui fasse prendre la position accentuée tracée sur la figure ; j'aurai

d'abord en nommant F la force centrifuge qui agit sur l'une des boules et ω la vitesse angulaire de rotation,

$$(2)\ldots \qquad F = \frac{B}{g}\,\omega^2 \left\{ \rho + \left(\lambda + r\right) \sin \varphi \right\} ;$$

dans cette formule, r est la distance OE, laquelle sera positive ou négative, selon qu'elle sera comptée sur le prolongement de SE ou en sens contraire.

Relativement aux autres forces centrifuges, on aura de même

$$(3)\ldots \qquad F' = \frac{L}{g}\,\omega^2 \left(\rho + \frac{1}{2}\, l \sin \varphi \right)$$

$$(4)\ldots \qquad F'' = \frac{T}{g}\,\omega^2 \left(\rho + \frac{1}{2}\lambda \sin \varphi \right)$$

Cela posé, les travaux élémentaires des forces qui agissent sur le système, auront les valeurs ci-après :

$$(5)\ldots \left\{ \begin{array}{l} \mathfrak{T}\ 2\,F = 2\,F\,(\lambda + r) \cos \varphi.\,\delta\varphi \\ \mathfrak{T}\ 2\,X = F'\,l \cos \varphi \left(1 + \frac{1}{6} \sin \varphi \frac{l}{\rho + \frac{1}{2}\,l \sin \varphi} \right) \delta\varphi \\ \mathfrak{T}\ 2\,Y = o \\ \mathfrak{T}\ 2\,F'' = 2\,F''\,t \cos \varphi\,\delta\varphi \\ \mathfrak{T}\ 2\,B = -\,2\,B\,(\lambda + r) \sin \varphi\,\delta\varphi \\ \mathfrak{T}\ 2\,T = -\,T\,\lambda \sin \varphi\,\delta\varphi \\ \mathfrak{T}\ 2\left(\frac{1}{2}L\right) = -\,L\,l \sin \varphi\,\delta\varphi\text{. L'on a aussi} \\ \mathfrak{T}\ (M + L) = -\,2\,(M + L)\,l \sin \varphi\,\delta\varphi. \end{array} \right.$$

En effet, $\mathcal{T}(M + L) = -2(M + L)\,CC'$. Mais il est aisé de voir que

$$CC' = 2\,NN' = 2\,A'Q = 2\,l \sin\varphi\,\delta\varphi\ ,$$

donc $$\mathcal{T}(M + L) = -2(M + L)\,l \sin\varphi\,\delta\varphi\ .$$

Egalant à zéro la somme de ces travaux, et observant que

$$(6)\ldots \qquad h = (\lambda + r)\cos\varphi\ ,$$

On trouve, en remplaçant les forces centrifuges par leurs valeurs,

$$(7).\ h = \frac{g}{\omega^2}\,\frac{(\lambda + r)\sin\varphi}{\rho + (\lambda + r)\sin\varphi} + \frac{g}{\omega^2}\,\frac{T\lambda + (2M + 3L)\,l}{2B\{\rho + (\lambda + r)\sin\varphi\}}\sin\varphi$$
$$- \frac{L\,l\,(\rho + \frac{2}{3}\,l\sin\varphi) + 2\,T\,t\,(\rho + \frac{1}{2}\lambda\sin\varphi)}{2B\{\rho + (\lambda + r)\sin\varphi\}}\cos\varphi\ .$$

Remarquons maintenant que l'on a, en vertu de l'équation (8) du numéro précédent

$$(8)\ldots \qquad t = \frac{1}{2}\lambda\left(1 + \frac{1}{6}\sin\varphi\,\frac{\lambda}{\rho + \frac{1}{2}\lambda\sin\varphi}\right)\ ;$$

pour $\rho = o$, cette formule donne

$$(9)\ldots \qquad t = \frac{2}{3}\lambda\ .$$

Maintenant si dans la formule (7) on fait également $\rho = o$, elle devient

$$(10).\ h = \frac{g}{\omega^2} + \frac{g}{\omega^2}\,\frac{T\lambda + (2M + 3L)\,l}{2B(\lambda + r)} - \frac{L\,l^2 + T\lambda^2}{3B(\lambda + r)^2}\,h\ .$$

Proposons nous actuellement d'avoir égard à la quantité ρ que nous venons de négliger.

A cet effet, nous ferons d'abord observer que pour $\rho = o$,

$$(11)\ldots \qquad \frac{dt}{d\rho} = -\frac{1}{3\sin\varphi} \; .$$

Cela posé, si l'on développe l'équation (7) suivant les puissances croissantes de ρ, on aura, pour la correction δh de h, et en ne conservant que les termes du premier ordre par rapport à ρ,

$$(12).\; \delta h = -\frac{q}{\omega^2}\frac{\rho}{(\lambda+r)\sin\varphi}\left(1+\frac{K}{B}\right) - \frac{h\rho}{2B(\lambda+r)^2\sin\varphi}\left(T\lambda + Ll - \frac{2}{3}\frac{T\lambda^2+Ll^2}{\lambda+r}\right)$$

dans laquelle on a fait pour abréger

$$(13)\ldots \qquad K = \frac{T\lambda + (2M+3L)\,l}{2(\lambda+r)} \; .$$

Comme le second terme de cette équation est très-petit à cause du diviseur B, on peut prendre simplement

$$(14)\ldots \qquad \delta h = -\frac{q}{\omega^2}\frac{\rho}{(\lambda+r)\sin\varphi}\left(1+\frac{K}{B}\right) \; .$$

Si l'on veut avoir égard au deuxième terme de la formule (12) il suffira d'y remplacer h par la valeur de cette quantité qui résulte de la première approximation. Nous remarquerons que l'équation (7) exprime la valeur exacte de h (du moins à la quantité près de l'ordre de p^2 que nous avons négligée dans la formule 3 du N.° 4) quand la douille est à l'état de repos, car alors elle n'agit plus sur les leviers de manœuvre qu'elle doit mouvoir. Si l'équation dont il s'agit devait exprimer les conditions du mouvement de la douille, il faudrait encore avoir égard aux frottements sur les articulations des tiges et des leviers. Mais nous remarquerons que, si l'on nomme ρ_1 le rayon d'un tourillon, f le coefficient du frottement qui est ici très-petit, parce que le système est toujours bien huilé ; N la pression normale qui s'exerce au point de rotation, entre le tourillon et l'œil, le

glissement aura pour valeur $\rho_1\ \delta\psi$, en nommant $\delta\psi$ l'angle de glissement.

Par suite, le travail absorbé sera

$$\mathfrak{T} = -\mathrm{N} f \rho_1 \delta\psi.$$

Mais $\delta\psi$ et $\delta\varphi$ sont des quantités de même ordre, posant $\frac{\delta\psi}{\delta\varphi} = \varepsilon$, ε étant un nombre fini, la valeur de $\mathfrak{T}$ deviendra

$$\mathfrak{T} = -\mathrm{N} f \rho \varepsilon \delta\varphi,$$

qui est une quantité négligeable par rapport aux autres travaux élémentaires. Donc *l'équation* (7) *peut être regardée comme étant l'équation du mouvemnt vertical du système, quelle que soit d'ailleurs la nature de ce mouvement.*

La démonstration précédente suppose que ε est un petit nombre; d'abord, il n'en saurait être autrement relativement aux leviers de manœuvre qu'entraîne la douille, qui sont en général très-mobiles. On trouve en second lieu, par les règles qui servent à déterminer le glissement infiniment petit entre deux courbes, que pour les articulations des tiges, $\varepsilon = 2$ en A et a, tandis que $\varepsilon = 1$ pour les autres articulations (1).

Si le résistance SM, que les leviers de manœuvre opposent au mouvement n'était pas négligeable, il suffirait, pour y avoir égard,

---

(1) Cherchons, par exemple, le glissement qui a lieu au point A. D'après la théorie des mouvements élémentaires d'une figure dans son plan, le déplacement élémentaire de la tige AU équivaut à une rotation infiniment petite autour du point h; donc si le point U parcourt un espace égal à CC'', en nommant ω la rotation infiniment petite autour du centre instantané h

$$\omega . h\mathrm{U} = \mathrm{CC}' .$$

Mais $\mathrm{CC}' = 2\ \mathrm{NN}' = 2l\ \delta\varphi \sin\varphi$ et $h\mathrm{U} = 2l \sin\varphi$; remplaçant, dans l'égalité précédente CC' et h V par leurs valeurs, il vient

$$\omega = \delta\varphi .$$

de remplacer dans les équations précédentes, le poids **M** de la douille par $M + \delta M$; la résistance δM étant positive quand elle s'ajoute au poids de la douille, négative dans le cas contraire.

Si l'on pose maintenant :

$$(15).. \qquad K' = \frac{L\, l^2 + T\, \lambda^2}{3\,(\lambda + r)^2},$$

l'équation (10) devient, en ayant égard à (13),

$$h\, \omega^2\, (B + K') = g\, (B + K).$$

Pour une autre position de la douille, on aurait pareillement,

$$h'\, \omega'^2\, (B + K') = g\, (B + K),$$

De la comparaison de ces deux équations on tire

$$\frac{h}{h'} = \frac{\omega'^2}{\omega^2}$$

ce qui démontre que ***les hauteurs du pendule conique sont, à très-peu près, en raison inverse des carrés, des vitesses angulaires correspondantes.*** De sorte que si l'on pouvait mesurer la hauteur h qui répond à une vitesse donnée, on aurait pour la hauteur h' relative à autre vitesse aussi donnée

$$h' = \frac{\omega^2}{\omega'^2}\, h.$$

Pour un second pendule qui tournerait avec la vitesse du premier, on aurait pareillement

---

Imprimons maintenant aux tiges SA, AU un mouvement commun de rotation $\delta\varphi$ autour de l'axe S, et en sens contraire du mouvement de SA ; de la sorte la tige SA sera réduite au repos ; mais alors la tige AU sera animée de deux rotations égales à $\delta\varphi$ et dirigées dans le même sens. Ces deux rotations se composeront en une seule autour de l'axe A, laquelle sera égale à leur somme. Par conséquent, on aura :

$$\delta\psi = 2\, \delta\varphi. \qquad \text{C. Q. F. D.}$$

$H\,\omega^2\,(B_0 + K'_0) = g\,(B_0 + K_0)$. Comparant avec l'équation

$h\,\omega^2\,(B + K') = g\,(B + K)$,

on trouve $\dfrac{h}{H} = \dfrac{B + K}{B + K'} : \dfrac{B_0 + K_0}{B_0 + K'_0}$,

laquelle pourra servir à déterminer h au moyen de H et réciproquement.

CALCUL DU POIDS DES BOULES SOUS LA CONDITION QU'ELLES AIENT UNE COURSE VERTICALE DONNÉE.

3. — Soit ω la vitesse angulaire de régime, ω' et ω'' la plus grande et la plus petite vitesse du régulateur, h, h', h'' étant les hauteurs correspondantes, c la course verticale des boules, on aura, pour déterminer les quatre inconnues h, h', h'', B, à résoudre les quatre équations

$$(1)\ldots\quad \left\{\begin{array}{l} h\,\omega^2\,(B + K') = g\,(B + K) \\ h'\,\omega'^2\,(B + K') = g\,(B + K) \\ h''\omega''^2(B + K') = g\,(B + K) \\ \qquad h'' - h' = c \end{array}\right.$$

lesquelles donnent

$$(2)\ldots\qquad h = \frac{\omega'^2\,\omega''^2}{\omega^2\left(\omega'^2 - \omega''^2\right)}\,c$$

$$(3)\ldots\qquad h' = \frac{\omega''^2}{\omega'^2 - \omega''^2}\,c$$

$$(4)\ldots\qquad h'' = \frac{\omega'^2}{\omega'^2 - \omega''^2}\,c$$

$$(5)\ldots\qquad B = \frac{Kg\,(\omega'^2 - \omega''^2) - K'\,c\,\omega'^2\,\omega''^2}{c\,\omega'^2\,\omega''^2 - g\,(\omega'^2 - \omega''^2)}.$$

Soit maintenant n un nombre entier donné on pourra poser

$$(6)\ldots \qquad \omega' = \omega + \frac{\omega}{n}\,, \qquad \omega'' = \omega - \frac{\omega}{n}\,, \text{ d'où}$$

$$(7)\ldots\ \omega'^2 + \omega''^2 = 2\omega^2\left(1 + \frac{1}{n^2}\right),\ \omega'^2 - \omega''^2 = \frac{4\omega^2}{n}\,,\ \omega'^2\omega''^2 = \omega^4\left(1 - \frac{1}{n^2}\right)^2.$$

Substituant ces valeurs dans les équations ci-dessus, on trouve

$$(8)\ldots \qquad h = \frac{(n^2 - 1)^2}{4\,n^5}\,c$$

$$(9)\ldots \qquad h' = \frac{(n - 1)^2}{4\,n}\,c$$

$$(10)\ldots \qquad h'' = \frac{(n + 1)^2}{4\,n}\,c$$

$$(11)\ldots \qquad B = \frac{4\,K\,ng - K'\,c\,\omega^2\left(\frac{n^2 - 1}{n}\right)^2}{c\,\omega^2\left(\frac{n^2 - 1}{n}\right)^2 - 4\,ng}\,.$$

Maintenant, désignons par N le nombre de tours que le régulateur fait en une minute, on aura la relation

$$\omega .\, 60 = \pi\,N\,,$$

d'où l'on tire

$$(12)\ldots \qquad \omega = \frac{\pi\,N}{30}\,,$$

Substituant cette valeur dans l'équation (11), on trouve

$$(13)\ldots\quad B = \frac{K\,ng - K'\,c\,\frac{\pi^2 N^2}{3600}\left(\frac{n^2-1}{n}\right)^2}{\frac{\pi^2 N^2}{3600}\left(\frac{n^2-1}{n}\right)^2 c - ng}\,.$$

Comme on pourrait obtenir pour B des valeurs trop grandes ou trop petites, on posera $B > B_0$, $B < B_1$, et l'on aura

$$\text{pour } B < B_1 \quad (14)\ldots\quad N > \frac{60}{\pi}\left(\frac{n}{n^2-1}\right)\sqrt{\frac{ng}{c}\cdot\frac{B_1+K}{B_1+K'}}\,,$$

$$\text{pour } B > B_0 \quad (15)\ldots\quad N < \frac{60}{\pi}\left(\frac{n}{n^2-1}\right)\sqrt{\frac{ng}{c}\cdot\frac{B_0+K}{B_0+K'}}\,.$$

Désignons encore par h'_0 et h''_0 des valeurs telles qu'on ait

$$h' > h'_0\,,\ h'' < h''_0\,;$$

remplaçant h' et h'' par leurs valeurs, puis résolvant par rapport à c, on obtient pour les limites de la course verticale des boules

$$(16)\ldots\qquad c > \frac{4\,n}{(n-1)^2}\,h'_0$$

$$(17)\ldots\qquad c < \frac{4\,n}{(n+1)^2}\,h''_0\,.$$

Toutefois h_0' et h_0'' ne sont pas complètement arbitraires, attendu qu'on doit avoir

$$\frac{4\,n}{(n+1)^2}\,h''_0 > \frac{4\,n}{(n-1)^2}\,h'_0\,,$$

ce qui donne

$$(18\ldots\qquad \frac{h'_0}{h''_0} < \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2$$

Telle est la dépendance qu'il faut établir entre les hauteurs limites qu'on assigne au pendule conique.

Soit encore h_1, la hauteur MC de la douille, on aura

$$h_1 = 2\ l \cos \varphi; \text{ mais on a déjà}$$
$$h = (\lambda + r) \cos \varphi \text{ donc}$$

$$(19)\ldots \qquad h_1 = \frac{2\ l}{\lambda + r}\ h.$$

On aura de même pour les hauteurs limites de la douille du régulateur,

$$h_1'' = \frac{2\ l}{\lambda + r}\ h''$$
$$h_1' = \frac{2\ l}{\lambda + r}\ h'.$$

Retranchant membre à membre, posant $h_1'' - h_1' = \gamma$, et observant que $h'' - h' = c$, il vient

$$(20)\ldots \qquad c = \frac{\lambda + r}{2\ l}\ \gamma.$$

Substituant ces valeurs dans les inégalités (16) et (17); puis, résolvant par rapport à γ, on trouve pour les limites de la course de la douille,

$$(21)\ldots \qquad \gamma > \frac{8\ n}{(n - 1)^2}\ \frac{l\ h'_0}{\lambda + r}$$

$$(22)\ldots \qquad \gamma < \frac{8\ n}{(n + 1)^2}\ \frac{l\ h''_0}{\lambda + r}.$$

On voit par la formule (19) que h_1 sera plus grand que h toutes les fois qu'on aura

$$l > \frac{1}{2}\left(\lambda + r\right).$$

Nous ferons remarquer que le choix des quantités h'_0, h_0'' n'a rien d'absolu, seulement on évitera par leur emploi d'obtenir pour h' et h'' des valeurs inacceptables.

Les limites de N s'expriment aussi en fonctions de h'_0, h''_0. On trouve sans peine, à l'aide de la première des équations (1)

$$(22\text{ bis})\ldots\quad \left\{\begin{array}{l} N > \dfrac{30}{\pi}\sqrt{\dfrac{g}{h''_0}\,\dfrac{B+k}{B+k'}} \\ N < \dfrac{30}{\pi}\sqrt{\dfrac{g}{h'_0}\,\dfrac{B+k}{B+k'}}. \end{array}\right.$$

Maintenant pour savoir quels sont les nombres qu'on peut choisir parmi ceux qui sont compris entre ces limites, on remarquera que la course des boules devant se faire entre h'_0 et h''_0, on devra avoir, en désignant par N_0 et N_1 les deux limites ci-dessus

$$\frac{N}{n} < N - N_0,\quad \frac{N}{n} < N_1 - N,$$

d'où l'on tire

$$(22\text{ ter})\ldots\quad \left\{\begin{array}{l} N > \dfrac{n}{n-1}N_0 \\ N < \dfrac{n}{n+1}N_1\ . \end{array}\right.$$

Telles sont les limites entre lesquelles il faudra choisir la valeur de N. Toutefois, pour que ces limites ne soient pas contradictoires, il faudra qu'on ait

$$\frac{n}{n-1}N_1 > \frac{n}{n-1}N_0 \text{ ou } n > \frac{N_1 + N_0}{N_1 - N_0}.$$

Dans la pratique, les tiges qui supportent les boules du régulateur les traversent dans toute leur étendue, il en résulte qu'il faut prendre pour r qui entre dans K et K′ le rayon de la boule. Mais ce rayon dépend lui-même du poids, car, en nommant D ce poids sous l'unité de volume, on a

$$(23)\ldots \qquad B = -\frac{4}{3}\pi r^3 D \quad .$$

Je mets le signe (—), à cause qu'ici la quantité r est négative, étant comptée en sens inverse du prolongement de la tige. En éliminant B entre les relations (13) et (14) on aurait une équation du 5.e degré qui servirait à déterminer r; r étant connu, l'une ou l'autre des équations citées ferait connaître B. Mais ici l'on peut éviter l'emploi de l'équation du 5.e degré; pour cela, il suffira de prendre pour λ non pas SE′ mais SO, et faisant par conséquent $r = o$ dans les relations qui contiennent cette quantité. Toutefois il doit être entendu que le point D sera alors le centre de gravité de SO et non pas de SE′; de même D_1 sera le point d'application de la force centrifuge sur SO, et non pas sur SE′. B étant connu, la relation entre le volume et le poids déterminera le rayon de la boule.

Mais on remarquera que la formule (13) donne le poids qui répond à l'équilibre, comme si la tige s'étendait jusqu'en O seulement; la valeur trouvée pour B est donc le poids de la boule supposée vide dans l'intervalle occupé par la partie OG de la tige. En second lieu, comme celle-ci s'étend jusqu'en E′, c'est comme si l'on substituait de O jusqu'en E′, la matière de la tige à celle de la boule; le poids de la boule telle qu'on l'emploiera, sera donc en erreur de la différeuce entre le poids de la matière de la boule occupée par OE′ et le poids de OE′, ce qui est une approximation certainement suffisante; d'ailleurs, on pourrait substituer ce poids dans les équations (10) et (12) du N.° 2, et l'on obtiendrait la valeur exacte de h.

On déterminerait de la même manière h' et h'' dont la différence ferait connaître la course verticale des boules, et par suite celle de la douille.

Calcul de B_0 ou de la limite inférieure du poids des boules.

La limite inférieure B_0 que nous avons employée précédemment n'est pas arbitraire. Il faut la déterminer sous la condition que s'il survient une

variation $\delta\omega$ de vitesse, les boules soient capables de vaincre la résistance qu'opposent les leviers de manœuvre. Reprenons l'équation

$$h\,\omega^2 = g\,\frac{B + K}{B + K'} .$$

Si la vitesse de rotation devient $\omega + \delta\omega$, et que la résistance à vaincre soit δM, K deviendra $K + \delta K$ et l'on aura, pour l'équation de l'équilibre du système :

$$h\,(\omega + \delta\omega)^2 = g\,\frac{B + K + \delta K}{B + K'} .$$

Divisant cette équation par la précédente, on trouve

$$\left(1 + \frac{\delta\omega}{\omega}\right)^2 = 1 + \frac{\delta K}{B + K} :$$

développant, et résolvant par rapport à $B + K$, il vient

$$(24)\ldots \qquad B + K = \frac{\delta K}{\frac{\delta\omega}{\omega}\left(2 + \frac{\delta\omega}{\omega}\right)} .$$

δK étant donné, supposons qu'on veuille donner aux boules un poids tel que la douille puisse mouvoir les leviers de manœuvre avant que la vitesse ait varié de la quantité $\delta\omega = \frac{\omega}{n}$. Pour cela nous examinerons les deux cas où $\delta\omega$ sera positif ou négatif.

1.er cas. Comme $B + K = \dfrac{\delta K}{\frac{\delta\omega}{\omega}\left(2 + \frac{\delta\omega}{\omega}\right)}$,

si l'on remplace $\frac{\delta\omega}{\omega}$ par $\frac{1}{n}$, le deuxième membre deviendra trop petit, et l'on aura, pour déterminer la limite inférieure de B

$$B + K > \frac{n^2}{2n+1}\,\delta K\ .$$

2.° cas. $\delta\omega$ étant négatif, il en sera de même de δK; alors, si l'on ne tient compte que des valeurs absolues de ces quantités, la valeur de B + K sera

$$B + K = \frac{\delta K}{\frac{\delta\omega}{\omega}\left(2 - \frac{\delta\omega}{\omega}\right)}\ .$$

Mais le dénominateur de cette équation est une fonction croissante de $\delta\omega$, donc, si l'on remplace encore $\frac{\delta\omega}{\omega}$ par $\frac{1}{n}$, on aura

$$B + K > \frac{n^2}{2n-1}\,\delta K\ .$$

En comparant les deux valeurs precédentes de la limite inférieure de B + K, on voit qu'il suffira de prendre, dans tous les cas,

(25)... $B > \frac{n^2}{2n-1}\delta K - K$; par conséquent $B_0 = \frac{n^2}{2n-1}\delta K - K$.

Il est facile de s'assurer, *à priori*, que toute valeur de B satisfaisant à la limite précédente, produira l'effet désiré. Pour le faire voir posons, pour abréger

$$\text{Fonct}\left(\frac{\delta\omega}{\omega}\right) = B + K - \frac{\delta K}{\frac{\delta\omega}{\omega}\left(2 + \frac{\delta\omega}{\omega}\right)}\ .$$

Si dans cette équation on fait $\delta\omega = o$, l'on a fonct. $\left(\frac{\delta\omega}{\omega}\right) < o$.

Ensuite, si l'on pose $\frac{\delta\omega}{\omega} = \frac{1}{n}$ il vient fonct $\left(\frac{\delta\omega}{\omega}\right) > o$. Par conséquent, entre $\delta\omega = o$, et $\delta\omega = \frac{\omega}{n}$, il existe une valeur de $\delta\omega$ pour laquelle fonct $\left(\frac{\delta\omega}{\omega}\right) = o$; de sorte que, pour cette valeur de la variation de la vitesse, le régulateur pourra soulever la résistance à vaincre.

On voit par la formule (25) que B sera d'autant plus grand que le nombre n, que j'appellerai *coefficient de sensibilité* sera lui-même plus grand.

Quant à la valeur de δK , elle se déduit sans peine de la formule (13) du N.° 2 , laquelle donne, en faisant comme précédemment $r=o$,

$$(26). \quad \delta K = \frac{l}{\lambda} \delta M .$$

Si l'on suppose par exemple $\delta M = 2^{\text{kil.}} 5$, et qu'on adopte les données de l'exemple ci-après, on trouve d'abord $\delta K = \frac{5}{4}$; la formule (25) donne ensuite $B_0 = 13^{\text{kil.}} 76$.

FORMULES A EMPLOYER DANS LA PRATIQUE POUR LE CALCUL D'UN RÉGULATEUR, ALORS QUE LES TIGES SONT CYLINDRIQUES.

4. — Nommons D le poids de la matière des tiges sous l'unité de volume, p le rayon des tiges l, p' celui des tiges λ, on aura

$$L = \pi p^2 l D, \quad T = \pi p'^2 \lambda D ;$$

et la valeur de K deviendra , en y faisant $r = o$

$$(1)\ldots \quad K = \frac{2 M l + \pi D (3 p^2 l^2 + p'^2 \lambda^2)}{2 \lambda} .$$

Si $p' = p$.

$$(2)\ldots \qquad K = \frac{2 M l + \pi D p^2 (3 l^2 + \lambda^2)}{2 \lambda}.$$

On aura de même

$$(3)\ldots \qquad K' = \frac{\pi D (p^2 l^3 + p'^2 \lambda^3)}{3 \lambda^2},$$

et dans le cas de $p' = p$

$$(4)\ldots \qquad K' = \frac{\pi p^2 D (l^3 + \lambda^3)}{3 \lambda^2}.$$

Les autres formules à employer seront, en les rangeant dans l'ordre suivant lequel on pourra les calculer,

$$(5)\ldots \qquad \frac{h'_0}{h''_0} < \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2$$

$$(6)\ldots \qquad \begin{cases} \gamma > \dfrac{8 n}{(n-1)^2} \dfrac{l}{\lambda} h'_0 \\ \gamma < \dfrac{8 n}{(n+1)^2} \dfrac{l}{\lambda} h''_0 \end{cases}.$$

$$(7)\ldots \qquad c = \frac{\lambda}{2 \lambda} \gamma$$

$$(8)\ldots \qquad \begin{cases} N > \dfrac{60}{\pi} \left(\dfrac{n}{n^2-1}\right) \sqrt{\dfrac{n g}{c} \dfrac{B_1 + K}{B_1 + K'}} \\ N < \dfrac{60}{\pi} \left(\dfrac{n}{n^2-1}\right) \sqrt{\dfrac{n g}{c} \dfrac{B_0 + K}{B_0 + K'}} \end{cases}$$

$$9)\ldots\ B = \frac{K\,ng - K'\,c\,\dfrac{\pi^2 N^2}{3600}\left(\dfrac{n^2-1}{n}\right)^2}{\dfrac{n^2 N^2}{3600}\left(\dfrac{n^2-1}{n}\right)^2 c - ng}$$

$$(10)\ldots\ \left\{\begin{array}{l} h = \dfrac{(n^2-1)^2}{4\,n^3}\,c \\ h' = \dfrac{(n-1)^2}{4\,n}\,c \\ h'' = \dfrac{(n+1)^2}{4\,n}\,c \end{array}\right.$$

$$(11)\ldots\ \left\{\begin{array}{l} h_1 = \dfrac{2\,l}{\lambda}\,h \\ h_1' = \dfrac{2\,l}{\lambda}\,h' \\ h_1'' = \dfrac{2\,l}{\lambda}\,h'' \end{array}\right.$$

$$(12).\ \partial h = -\frac{900\,g}{\pi^2 N^2}\,\frac{\rho}{\lambda \sin\varphi}\left(1+\frac{K}{B}\right) - \frac{\pi\,D\,h\,\rho}{2\,B\lambda^2 \sin\varphi}\left(p'^2\lambda^2 + p^2 l^2 - \frac{2}{3}\,\frac{p'^2\lambda^3 + p^2 l^3}{\lambda}\right)$$

si $p' = p$

$$(13).\ \partial h = -\frac{900\,g}{\pi^2 N^2}\,\frac{\rho}{\lambda \sin\varphi}\left(1+\frac{K}{B}\right) - \frac{\pi\,p^2\,D\,h\,\rho}{2\,B\lambda^2 \sin\varphi}\left(\lambda^2 + l^2 - \frac{2}{3}\,\frac{\lambda^3 + l^3}{\lambda}\right);$$

négligeant le 2.e terme

$$(14)\ldots\quad \partial h = -\frac{900\,g}{\pi^2 N^2}\,\frac{\rho}{\lambda \sin\varphi}\left(1+\frac{K}{B}\right).$$

On voit par là que la même correction conviendra, à très-peu près, aux deux hauteurs extrêmes h', h''.

La première des équations (11) donne

$$(15)\ldots \qquad \delta h_1 = \frac{2l}{\lambda}\,\delta h\ .$$

Appliquons ces formules à un exemple numérique. Supposons

$\lambda = 0{,}75,\ l = 0{,}50,\ \rho = 0{,}02,\ p = 0{,}02,\ n = 30,\ M = 3^{kil}$

Si les tiges sont en cuivre, on aura $D = 8788$.
Si nous prenons $h_0'' = 0{,}6$, la formule (5) donnera

$$h_0' < 0^m,\ 525$$

Nous prendrons $h_0' = 0_m,\ 50$.
On tire ensuite de la formule (6)

$$\gamma > 0^m{,}095$$

$$\gamma < 0^m{,}0999.$$

Nous adopterons $\gamma = 0^m{,}096$

Après cela, on a par la formule (7)

$$c = 0^m{,}072.$$

Prenant pour les limites de B, $B_0 = 15^{kil.}$, $B_1 = 60^{kil}$, les formules (8) donneront

$$\left\{\begin{array}{l} N > 43{,}6 \\ N < 48{,}81\,. \end{array}\right.$$

Nous adopterons $N = 47$. Alors par la formule (9) on trouve

$$B = 20^k{,}87.$$

On déduit ensuite des relations (10) et (11)

$$h = 0^{m},5388 \qquad h_1 = 0^{m},7184$$
$$h' = 0^{m},5046 \qquad h_1' = 0^{m}\ 6728$$
$$h'' = 0^{m},5766 \qquad h_1'' = 0^{m},7688.$$

En calculant les deux termes de la formule (13), on obtient

$$\begin{aligned} 1.^{er}\ \text{terme} &= -\ 0^{m},0242 \\ 2.^{e}\ \text{terme} &= -\ 0^{m},0024 \\ \hline \text{d'où}\ \delta h &= -\ 0^{m},0266. \end{aligned}$$

Enfin, la formule (15) donne pour la correction de h_1,

$$\delta h_1 = -\ 0^{m},0355.$$

Résultats définitifs.

$$N = 47,\ B = 20^{k},87 \qquad h = 0^{m},5122 \qquad h_1 = 0^{m},6829$$
$$\gamma = 0^{m},096,\ c = 0^{m},072, \qquad h' = 0^{m},478 \qquad h_1' = 0^{m},6373$$
$$h'' = 0^{m},55 \qquad h_1'' = 0^{m},7333$$

Nous ferons remarquer que si dans la formule (10) du N.° 2, on suppose nul le poids des tiges, on aura simplement

$$h = \frac{g}{\omega^2} = \frac{900\ g}{\pi^2\ N^2}.$$

Si dans cette formule on fait $N = 47$, il vient

$$h = 0^{m},4049$$

tandis que la valeur exacte de h est

$$h = 0^{m},5122.$$

L'erreur commise est donc environ de $0^{m},11$.

Nous observerons encore que, si dans la valeur (9) de B, on fait

$K' = o$, ce qui revient à faire abstraction de la force centrifuge sur les tiges, on trouve

$$B = 35^k,2724.$$

Le terme dû à l'action de la force centrifuge sur les tiges, diminue donc la valeur de B de $14^k,4024$.

On voit par là que le poids des tiges, ainsi que l'action que la force centrifuge exerce sur elles, ne sont pas généralement des quantités négligeables.

Proposons-nous, pour deuxième exemple, de calculer la hauteur h *qui répond à un poids de boules capable de soulever une résistance donnée.* Prenons

$\lambda = 0^m,75$, $l = 0^m,50$, $p = 0^m,005$, $\rho = 0^m,02$, $n = 60$, $M = 2^{kil}$, $\delta M = 1^{kil}$, $D = 8788$, $h'_0 = 0^m,50$, $h''_0 = 0^m,60$.

Les formules (2) et (4) donnent d'abord

$$K = 0^m,603932\,,\quad K' = 0,225678.$$

On déduit ensuite de l'équation (25) du N.° précédent $B_0 = 19^{kil},564$; et comme on doit avoir $B > B_0$ nous prendrons $B = 20^{kil}$.

Les inégalités (22 bis) du N.° cité donnent à leur tour

$\left\{\begin{array}{l} N > 38,97 \\ N < 42,69 \end{array}\right.$ d'où l'on tire à l'aide des relations (22 ter) du même N° $\left\{\begin{array}{l} N > 39,63 \\ N < 41,99. \end{array}\right.$

Adoptant $N = 40$, on obtient, par la première des équations (1) du N.° (3)

$$h = 0^m,5695.$$

Cette valeur substituée dans la première des équations (11) du présent numéro, donne

$$h_1 = 0^m,7594.$$

Enfin, à l'aide des relations (14) et (15) on trouve

$$\delta h = -\ 0^m{,}0024\,,\quad \delta h_1 = -\ 0^m{,}0032.$$

Et l'on voit que ces corrections sont ici sans importance.

RÉGULATEUR A TIGES OPPOSÉES.

5. — Dans certains pendules coniques, les tiges qui portent les boules sont prolongées de l'autre côté du centre fixe M' de rotation, soit en ligne droite, soit sous un angle θ que nous supposons peu différent de 180°; nous compterons l'angle θ comme on l'a marqué sur la figure (3) de sorte qu'on aura, en désignant par ε un petit angle positif ou négatif

(1)..
$$\theta = 180^\circ + \varepsilon.$$

On peut remarquer avant d'aller plus loin que les angles φ, φ', φ'' sont liés par les relations

(2)..
$$\left\{\begin{array}{l} \sin\varphi' = -\sin(\varphi+\theta) \\ \cos\varphi' = -\cos(\varphi+\theta) \\ \sin\varphi'' = -\left\{\dfrac{\rho}{l} + \sin(\varphi+\theta)\right\}. \end{array}\right.$$

L'on a aussi, en vertu de l'équation, (1)

(3)..
$$\left\{\begin{array}{l} \sin(\varphi+\theta) = -\sin(\varphi+\varepsilon) \\ \cos(\varphi+\theta) = -\cos(\varphi+\varepsilon). \end{array}\right.$$

Adoptant la même notation que précédemment, on obtient pour les actions centrifuges résultantes qui agissent sur les boules et sur les tiges

(4)...
$$\left\{\begin{array}{l} F = \dfrac{B}{g}\omega^2(\lambda + r)\sin\varphi \\ F' = \dfrac{1}{2}\dfrac{L}{g}\omega^2\left[\rho - l\sin(\varphi+\theta)\right] \\ F'' = \dfrac{1}{2}\dfrac{T}{g}\omega^2\lambda\sin\varphi \\ F''' = -\dfrac{1}{2}\dfrac{L}{g}\omega^2 l\sin(\varphi+\theta). \end{array}\right.$$

De la valeur de F′ on déduit aussi sans peine (1)

$$(5)\ldots \qquad X = \frac{1}{6}\cdot\frac{\omega^2}{g} L\, l \left(\frac{\rho}{l} - 2 \sin(\varphi + \theta)\right) .$$

Après cela, on trouve successivement que les travaux élémentaires des diverses forces qui sollicitent le système ont pour valeurs,

$$(6) \left\{ \begin{aligned}
&\mathfrak{T}.\, 2\, F = 2 \frac{B}{g} \omega^2 (\lambda + r)^2 \sin\varphi \cos\varphi\, \delta\varphi \\
&\mathfrak{T}.\, 2\, X = -\frac{1}{3}\frac{\omega^2}{g} L\, l \cos(\varphi+\theta) \left\{ \rho - 2\, l \sin(\varphi + \theta) \right\} \delta\varphi \\
&\mathfrak{T}.\, 2\, Y = o \\
&\mathfrak{T}\ \ 2\, F'' = \frac{2}{3}\frac{T}{g} \omega^2 \lambda^2 \sin\varphi \cos\varphi\, \delta\varphi \\
&\mathfrak{T}.\, 2\, F''' = \frac{2}{3}\frac{L}{g} \omega^2 l^2 \sin(\varphi + \theta) \cos(\varphi + \theta)\, \delta\varphi \\
&\mathfrak{T}.\ 2\, B = -\, 2\, B (\lambda + r) \sin\varphi\, \delta\varphi \\
&\mathfrak{T}.\ 2\, T = -\, T \lambda \sin\varphi\, \varphi\delta\varphi \\
&\mathfrak{T}.\ 2\, L = -\, L\, l \sin(\varphi + \theta)\, \delta\varphi \\
&\mathfrak{T}.\ 2\, (\tfrac{1}{2} L) = -\, L\, l \sin(\varphi + \theta)\, \delta\varphi. \\
&\mathfrak{T}\, (M+L) = -\, 2 l (M+L) \sin(\varphi+\theta)\, \delta\varphi - (M+L)\, \rho\, (1 + \tang^2 \varphi)\, \delta\varphi
\end{aligned} \right.$$

Enfin

En effet,

$$\mathfrak{T}.\, (M + L) = (M + L)\, MC\, ;$$

Mais

$$MM' = l\, (\cos\varphi' + \cos\varphi'')\, ;$$

D'ailleurs, la dernière des équations (2) donne, aux quantités près de l'ordre de ρ

$$(7)\ldots \qquad \cos\varphi'' = -\cos(\varphi + \theta) + \frac{\rho}{l} \tang(\varphi + \theta).$$

Substituant dans l'expression de MM′ les valeurs de cos φ', cos φ'' il vient

$$(8)\ldots \qquad MM' = -2\, l \cos(\varphi + \theta) + \rho \, tang\,(\varphi + \theta)\,;$$

de là on tire, en négligeant les quantités de 2.e ordre par rapport à ρ et à ε

$$\delta.\, MM' = 2\, l \sin(\varphi + \theta)\,\delta\varphi - \rho\,(1 + tang^2 \varphi)\,\delta\varphi.$$

Et comme δ. MM′ est la variation algébrique de MM′, on a finalement, en observant que MC $= - \delta$. MM′.

$$MC = -2\, l \sin(\varphi + \theta)\,\delta\varphi - \rho\,(1 + tang^2 \varphi)\,\delta\varphi.$$

Cette valeur substituée dans celle de $\mathfrak{T}$ (M + L) donne la dernière des équations (6). Maintenant si l'on égale à zéro, la somme des travaux des forces, on est conduit à l'équation

$$(9)\ldots\ h + \frac{T\lambda^2}{3B(\lambda+r)^2}\, h + \frac{Ll^2 \sin 2\,(\varphi+\theta)}{3\,B\,(\lambda+r)\sin\varphi} - \frac{1}{6}\,\frac{Ll\,\rho\,\cos(\varphi+\theta)}{B\,(\lambda+r)\sin\varphi} =$$

$$= \frac{g}{\omega^2} + \frac{g}{\omega^2}\,\frac{T\lambda\sin\varphi + 2l(M+2L)\sin(\varphi+\theta) + (M+L)\,\rho\,(1 + tang^2\varphi)}{2B\,(\lambda + r)\sin\varphi}.$$

Remarquons, avant d'aller plus loin, que le 4.e terme de l'équation (9) devient, en négligeant les quantités du 2.e ordre par rapport à ρ et à ε

$$+ \frac{1}{6}\,\frac{L\,l\,\rho\,h}{B\,(\lambda + r)^2 \sin\varphi}\,;$$

par suite, l'équation citée se transforme dans la suivante :

$$(10).\ h + \frac{T\lambda^2}{3\,B\,(\lambda+r)^2}\, h + \frac{Ll^2 \sin 2(\varphi+\theta)}{2B\,(\lambda+r)\sin\varphi} + \frac{1}{6}\,\frac{Ll\,\rho\,h}{B(\lambda+r)^2 \sin\varphi} = \frac{g}{\omega^2}$$

$$+ \frac{g}{\omega^2}\,\frac{T\lambda\sin\varphi + 2\,l\,(M+2\,L)\sin(\varphi+\theta) + (M+L)\,\rho(1 + tang^2\varphi)}{2\,B\,(\lambda + r)\sin\varphi}.$$

Si dans cette équation on fait $\theta = 180^\circ$, $\rho = o$, on obtient

$$(11).\ h\left(1+\frac{T\lambda^2+2Ll^2}{3B(\lambda+r)^2}\right)=\frac{g}{\omega^2}\left(1+\frac{T\lambda-2(M+2L)l}{2B(\lambda+r)}\right),$$

laquelle serait rigoureusement exacte si les tiges supérieures étaient le prolongement de celles qui portent les boules, et si le point de rotation sur la douille pouvait être placé sur l'axe du régulateur. Si, entre les tiges qui portent les boules et les autres tiges du système, on établit la relation

$$(12)\ldots \qquad T\lambda = 2\,(M+2L)\,l,$$

l'équation (11) se simplifiera et deviendra

$$(13)\ldots \qquad h\left(1+\frac{T\lambda^2+2Ll^2}{2B(\lambda+r)^2}\right)=\frac{g}{\omega^2}.$$

Si l'on pose, pour abréger,

$$(14)\ldots \qquad K=\frac{T\lambda-2(M+2L)l}{2(\lambda+r)}$$

$$(15)\ldots \qquad K'=\frac{T\lambda^2+2Ll^2}{3(\lambda+r)^2}$$

l'équation citée prend la forme

$$(16)\ldots \qquad h\,\omega^2\,(B+K') = g\,(B+K).$$

Mais ici l'on a comme au N.° 4,

$$L = \pi\, p^2\, l\, D,\ T = \pi\, p'^2\, \lambda\, D,$$

par suite, les valeurs ci-dessus de K et de K′ deviennent, en y faisant $r = o$,

$$(17)\ldots \qquad K=\frac{\pi D(p'^2\lambda^2-4p^2l^2)-2Ml}{2\lambda}$$

$$(18)\ldots \qquad K' = \frac{\pi D (p'^2 \lambda^3 + 2 p^2 l^3)}{3 \lambda^2}$$

et si $p' = p$

$$(19)\ldots \qquad K = \frac{\pi p^2 D (\lambda^2 - 4 l^2) - 2Ml}{2 \lambda}$$

$$(20)\ldots \qquad K' = \frac{\pi p^2 D (\lambda^3 + 2 l^3)}{3 \lambda^2} .$$

Si l'on fait servir l'équation (10) à la détermination de la correction δh de h, on trouvera, en faisant $r = o$

$$(21).\ \delta h = - \frac{\epsilon}{(B+K')\lambda \sin \varphi} \left\{ \frac{2}{3} L l^2 \cos 2\varphi + \frac{g}{\omega^2} \frac{lh (M+2L)}{\lambda} \right\} -$$

$$- \frac{5}{2 (B+K')\lambda \sin \varphi} \left\{ \frac{1}{3} L \frac{l}{\lambda} h - \frac{g}{\omega^2} (M+L)(1 + tang^2 \varphi) \right\} .$$

On calculera cette formule en y substituant les valeurs de h et de φ qui résultent de la première approximation, et en ayant égard à la valeur ci-dessus de L.

L'équation (16) ayant la même forme que les équations (1) du N.° 3 conduira aux mêmes conséquences; seulement les valenrs de K et de K' ne seront pas les mêmes dans les deux cas.

Si l'on nomme h_1 la hauteur de la douille, on aura d'abord en vertu des équations (8) et (3),

$$h_1 = 2 l \cos (\varphi + \epsilon) + \rho\ tang\ (\varphi + \epsilon).$$

Développant et négligeant les termes du second ordre par rapport à ρ et ϵ, il vient

$$h_1 = 2 l \cos \varphi + \rho\ tang\ \varphi - 2 l \epsilon \sin \varphi.$$

Mais $\cos\varphi = \frac{h}{\lambda}$, donc

$$(22)\ldots \qquad h_1 = 2\,\frac{l}{\lambda}\,h + \rho\,tang\,\varphi - 2\,l\,\varepsilon \sin\varphi.$$

On aura de même pour les valeurs extrêmes de la hauteur de la douille, et en négligeant les variations de l'angle φ,

$$(23)\ldots \qquad h'_1 = 2\,\frac{l}{\lambda}\,h' + \rho\,tang\,\varphi - 2\,l\,\varepsilon \sin\varphi,$$

$$(24)\ldots \qquad h_1'' = 2\,\frac{l}{\lambda}\,h'' + \rho\,tang\,\varphi - 2\,l\,\varepsilon \sin\varphi,$$

On tire des équations (23) et (24)

$$(25)\ldots \qquad \gamma = 2\,\frac{l}{\lambda}\,c.$$

Après cela, on trouvera comme au N.° 4,

$$(26)\ldots \qquad \begin{cases} h = \dfrac{(n^2 - 1)^2}{4\,n^3}\,c \\ h' = \dfrac{(n - 1)^2}{4\,n}\,c \\ h'' = \dfrac{(n + 1)^2}{4\,n}\,c \end{cases}$$

$$(27)\ldots \qquad \frac{h'_o}{h''_o} < \left(\frac{n-1}{n+1}\right)^2$$

$$(28)\ldots \qquad \begin{cases} \gamma > \dfrac{8\,n}{(n-1)^2} \cdot \dfrac{l}{\lambda}\,h'_o \\ \gamma < \dfrac{8\,n}{(n+1)^2} \cdot \dfrac{l}{\lambda}\,h''_o \end{cases}$$

$$(29)\ldots \begin{cases} N > \dfrac{60}{\pi} \cdot \left(\dfrac{n}{n^2-1}\right)\sqrt{\dfrac{ng}{c}\dfrac{B_1+K}{B_1+K'}} \\ N < \dfrac{60}{\pi} \left(\dfrac{n}{n^2-1}\right)\sqrt{\dfrac{ng}{c}\dfrac{B_0+K}{B_0+K'}} \end{cases}$$

$$(30)\ldots \quad B = \frac{K\,ng - K'\,c\,\dfrac{\pi^2 N^2}{3600}\left(\dfrac{n^2-1}{n}\right)^2}{\dfrac{\pi^2 N^2}{3600}\left(\dfrac{n^2-1}{n}\right)^2 c - ng}.$$

Pour calculer un pendule conique à tiges prolongées, on commencera par obtenir K et K', ayant adopté une certaine valeur pour h_0'', la relation (27) dirigera dans le choix de h'_0 ; ensuite, les équations (28) feront connaître les limites de γ. Ayant adopté pour γ une valeur comprise entre ces limites, on s'en servira pour calculer c au moyen de la formule (25). c étant connu, les inégalités (29) feront connaître les limites de N. Ayant choisi la valeur de N, la relation (30) déterminera B. Au moyen des équations (26) on obtiendra h, h', h''. On corrigera ces valeurs à l'aide de la formule (21), et en adoptant pour h' et h'' les mêmes corrections que pour h. Enfin, les formules (22), (23), (24) feront connaître la hauteur moyenne et les hauteurs extrêmes de la douille.

Installation d'un Régulateur.

Le calcul d'un régulateur ayant été fait comme il a été dit précédemment, il ne s'agit plus que de l'installer. Supposons, pour fixer les idées, que la machine qu'il doit régler soit une machine à vapeur. Sur l'axe du régulateur on marquera, d'une manière quelconque, par exemple au moyen d'une ligne rouge, la position que doit occuper la douille sous la vitesse de régime. Cela fait, ayant l'œil fixé sur l'appareil, on ouvrira ou l'on fermera à la main, le conduit de la vapeur

jusqu'à ce que la douille arrive et se maintienne sur le trait rouge. A ce moment, le papillon aura la position qu'il doit avoir pour laisser passer, sous la pression qu'on suppose donnée, la quantité de vapeur nécessaire au mouvement normal de la machine. C'est dans cette position qu'il devra être librement attaché à la douille par les leviers de manœuvre. Alors si la vitesse de la machine augmente ou diminue, le papillon fermera, ou bien ouvrira le conduit de la vapeur, et comme d'ailleurs la course de la douille a pu être choisie à volonté, le pendule conique, ainsi installé, règlera la force motrice avec toute la précision désirable.

Dans l'exemple numérique traité précédemment, nous avons supposé que les tiges étaient cylindriques dans toute leur étendue, ce qui nous a permis de calculer leur poids. Si elles s'écartaient trop de cette forme, il serait préférable de les peser avec soin, pour avoir L et T. Quant aux longueurs l et λ elles s'obtiendront en les comptant des centres de rotation.

Fig. 3

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

ÉTUDES

SUR LES ACCROISSEMENTS DE FORCE

DANS LES MACHINES DE WOLF,

Par M. MAHISTRE, Membre résidant.

Séance du 18 juillet 1856.

1. La plupart des machines à vapeur qui fonctionnent dans les manufactures de la ville de Lille sont des machines de Wolf, qui ne détendent que dans le grand cylindre. Cette disposition est-elle favorable ? Y aurait-il des avantages réels, sous le rapport de la force et de l'économie à donner de la détente dans le petit cylindre ? La théorie démontre que pour chaque pression dans le générateur, il y a une détente qui donne le maximum d'effet sans accroissement de vaporisation ; mais des calculs faits sur des machines établies étaient nécessaires pour vérifier si les accroissements de force qu'on pouvait obtenir, soit par un changement de détente, soit par un accroissement de vaporisation, avaient une véritable importance industrielle. Les résultats ci-après montreront combien sont grandes les ressources qu'on peut trouver dans une machine à vapeur (*).

(*) Nous supposerons, dans tout ce qui va suivre, que les chaudières seront capables de fournir les quantités de vapeur dont on aura besoin.

2. MACHINE DE M. CHARLET, FERBLANTIER-CONSTRUCTEUR, RUE D'ANGLETERRE, A LILLE.

Données.

Rayon du petit cylindre............ $r = \overset{m}{0{,}0415}$,

Section droite du petit cylindre...... $a = \overset{mq}{0{,}005411}$,

Course du piston du petit cylindre... $l = \overset{m}{0{,}266}$,

Liberté du petit cylindre........... $c = \overset{m}{0{,}03}$,

Épaisseur du piston du petit cylindre.. $\varepsilon = \overset{m}{0{,}04}$,

Rayon du grand cylindre........... $r_1 = \overset{m}{0{,}06275}$,

Section droite du grand cylindre..... $a_1 = \overset{mq}{0{,}01237}$,

Course du piston du grand cylindre... $l_1 = \overset{m}{0{,}344}$,

Liberté du grand cylindre.......... $c_1 = \overset{m}{0{,}03}$,

Pression dans le générateur en kil. sur un mètre carré............... $P = \overset{kil}{31005} = 3$ atm.,

Pression dans le condenseur en kil. sur un mètre carré................. $\varpi = \overset{kil}{2175{,}79} = \frac{4}{19}$ atm.,

Vitesse moyenne du piston du petit cylindre en une minute............ $v = \overset{m}{39{,}9}$ ou 75 tours par minute.

Etat de régime.

Vaporisation par heure............ $= \overset{kil.}{23{,}373}$.

Charbon correspondant, en supposant qu'un kilog. de charbon produise six kilog. de vapeur............... $= \overset{kil}{3{,}895}$,

Force brute de la machine......... $= \overset{ch}{2{,}76}$

Charbon brûlé par heure et par force de cheval .... = 1,41 kil.

Travail produit par un kilog. de vapeur = 31904 km.

Pression de la vapeur au moment où elle va se condenser............ π = 10583,3 kil = 1,024 atm.

Accroissements de force.

1.er *mode*. Consistant à conserver à la machine sa vitesse de régime, et à porter la pression à cinq atmosphères, N.° du timbre de la chaudière.

Accroissement de vaporisation par heure.. = 15,202 kil.

Charbon correspondant............... = 2,534 kil

Accroissement de force.............. = 2,05 ch

Charbon brûlé par heure et par force de cheval d'augmentation.............. = 1,236 kil

Pression de la vapeur au moment où elle va se condenser.................. = 17824,1 kil = 1,724 atm.

2.e *mode*. Consistant à conserver la même dépense, la même vitesse, et à porter la pressoin à cinq atmosphères.

Course d'admission de la vapeur..... 0,1394 m

Accroissement de force............ 0,645 ch environ 23 %.

Accroissement de force pour chaque tour de plus par minute............. 0,045 ch

Accroissement de dépense de charbon par heure et pour chaque tour de plus par minute.................. 0,052 kil.

3.e *mode*. Détente du maximum d'effet, en supposant la même pression et la même dépense que dans l'état de régime.

Course d'admission de la vapeur...... $l' = \overset{m}{0,053}$

Accroissement de force............. $= \overset{ch}{1,02}$ environ 37 %

Pression de la vapeur au moment où elle va se condenser................ $= \overset{kil}{2566,39} = \overset{atm}{0,248}$.

3. MACHINE DE M. COX, FILATEUR, A LA LOUVIÈRE LEZ-LILLE.

Données.

$r = \overset{m}{0,17}$ $r_1 = \overset{m}{0,276}$ $P = \overset{kil}{36172,5} = 3\frac{1}{2}$ atm.

$a = \overset{mq}{0,0907921}$ $a_1 = \overset{mq}{0,239314}$ $\varpi = \overset{kil}{2175,79} = \frac{4}{19}$ atm.

$l = \overset{m}{1,06}$ $l_1 = \overset{m}{1,521}$

$c = \overset{m}{0,08}$ $c_1 = \overset{m}{0,08}$

$\iota = \overset{m}{0,12}$ $v = \overset{m}{55,12}$ ou 26 tours par minute.

État de régime.

Vaporisation par heure............... $= \overset{kil}{619,284}$

Charbon correspondant............... $= \overset{kil}{103,214}$

Force brute de la machine............. $= \overset{ch}{83,47}$

Charbon brûlé par heure et par force de cheval......................... $= \overset{kil}{1,236}$

Travail produit par un kilog. de vapeur... $= \overset{km}{36391}$

Pression de la vapeur au moment où elle va se condenser................... $= \overset{kil}{9434,31} = \overset{atm}{0,91}$.

Accroissements de force.

1.er *mode.* Consistant à conserver à la machine sa vitesse de régime, et à porter la pression à $4\frac{3}{4}$ atmosphères.

Accroissement de vaporisation par heure.. = $216^{\text{kil}},467$

Charbon correspondant............... = $36^{\text{kil}},1$

Accroissement de force............... = 33,25

Charbon brûlé par heure et par force de cheval d'augmentation............. = $1^{\text{kil}},086$

Pression de la vapeur au moment où elle va se condenser.................. = $12957^{\text{kil}},46 = 1^{\text{atm}},25$.

2.e *mode*. Consistant à conserver la même dépense, à porter la pression à cinq atmosphères numéro du timbre de la chaudière, et à donner à la vapeur une course d'admission ayant pour valeur $l' = 0^{m},6844$.

Vitesse de la machine............. = 27,3 tours par minute.

Accroissement de force.·.... ...... = $15^{\text{ch}},55$, environ 19 %.

Accroissement de force pour chaque révolution de plus par minute, à partir de 27,3..................... = $3^{\text{ch}},627$

Accroissement de dépense de charbon par heure et pour chaque révolution de plus, id................... = $3^{\text{kil}},781$

Pression de la vapeur au moment où elle va se condenser....... ... . = $8947^{\text{kil}},37 = 0^{\text{at}},86$.

3.e *mode*. Détente du maximum d'effet, pour la même pression et la même dépense que dans l'état de régime.

Course d'admission de la vapeur......... = 0,3015

Accroissement de force................ = $18^{\text{ch}},96$ environ 23 %

Pression de la vapeur au moment où elle va se condenser....... .... = $2961^{\text{kil}},3 = 0^{\text{at}},29$.

4.e *mode* Détente du maximum d'effet, en supposant la même

dépense que dans l'état de régime, et la pression portée à cinq atmosphères.

Course d'admission de la vapeur. ...... = $\overset{\text{m}}{0,2273}$

Accroissement de force............... = $\overset{\text{ch}}{28.52}$ environ 34 %

Pression de la vapeur au moment où elle va se condenser.................. = $\overset{\text{kil}}{3208,55}$ = $\overset{\text{atm}}{0,31}$.

5.[e] *mode*. Consistant à diminuer la vitesse de deux tours par minute et à porter la pression à $4\frac{3}{4}$ atmosphères.

Accroissement de vaporisation par heure. = $\overset{\text{kil}}{152,2}$

Charbon correspondant............... = $\overset{\text{kil}}{25,4}$

Accroissement de force............... = $\overset{\text{ch}}{18,14}$

Charbon brûlé par heure et par cheval d'augmentation................... = $\overset{\text{kil}}{1,046}$

Pression de vapeur au moment où elle va se condenser.................... = $\overset{\text{kil}}{12957,46}$ = $\overset{\text{at}}{1,25}$.

Economie de combustible en conservant à la machine sa force de régime.

1.[er] *mode*. On conserve la pression normale, et l'on prend pour course d'admission de la vapeur l' = $0^{\text{m}},6844$.

Vitesse de la machine......... = 34,5 tours par minute.

Vaporisation par heure... ..... = $\overset{\text{kil}}{550,655}$

Charbon correspondant........ = $\overset{\text{kil}}{91,776}$

Économie de charbon en 12 heures = $\overset{\text{kil}}{137,256}$ = $\overset{\text{hectol}}{1,7157}$ environ.

Pression de la vapeur au moment où elle va se condenser...... = $\overset{\text{kil}}{6112,31}$ = $\overset{\text{atm}}{0,59}$.

2.ᵉ mode. On conserve la pression de régime, et l'on prend pour course d'admission de la vapeur, la moitié de la course du piston du petit cylindre.

Vitesse de la machine .... = 11,25 tours par minute.

Vaporisation par heure.............. = 526^{kil},898

Économie de charbon en 12 heures.... = 196^{kil},776 = 2^{hectol},4597

Pression de la vapeur au moment où elle va se condenser................ = 4746^{kil},41 = 0^{atm},46.

Charges moyennes des pistons dans l'état de régime.

Charge du piston du petit cylindre.............. = 1746^{kil},688

Charge du piston du grand cylindre............. = 3532^{kil},065

Charge totale .... = 5278^{kil},753

Chemin décrit par le point d'application de la charge totale.................................. = 1^{m},3685.

Charge moyenne des pistons dans le cas où la pression étant portée à cinq atmosphères, on prend pour course d'admission de la vapeur $l' = 0^{\text{m}},6844$.

Charge du piston du petit cylindre............... = 2915^{kil},79

Charge du piston du grand cylindre.............. = 3329^{kil},9

Charge totale.... .... = 6245^{kil},69

Accroissement de charge...................... = 966^{kil},94

Chemin décrit par le point d'application de la charge totale.................................. = 1^{m},306

En donnant à la vapeur la détente ci-dessus, on peut remarquer.

1.° Que l'on n'aura pas à modifier la transmission, puisque la vitesse de la machine ne s'accroît que de 1,3 tours par minute.

2.° Que l'on gagnera 15 ch. 55 sans augmentation de dépense.
3.° Que la charge de la machine sera mieux répartie entre les deux pistons que dans l'état de régime.

Des diverses pressions qui viennent d'être calculées, on peut former le tableau suivant :

PRESSIONS dans le générateur.	COURSES D'ADMISSION DE LA VAPEUR.	PRESSIONS au moment où la vapeur va se condenser.
atm $3\frac{1}{2}$...	$l' = l = 1^m,06$..............	atm 0,91
$3\frac{1}{2}$...	$l' = 0^m,6844$................	0,59
$3\frac{1}{2}$...	$l' = \frac{1}{2}\,l = 0^m,53$...........	0,46
$3\frac{1}{2}$..	$l' = 0^m,3015$ (maximum d'effet)..	0,29
$4\frac{3}{4}$...	$l' = l = 1^m,06$..............	1,25
5....	$l' = 0^m,6844$................	0,86
5....	$l' = 0^m,2273$ (maximum d'effet)..	0.31

Ce tableau fait voir, que pour chaque pression dans le générateur, l'élasticité de la vapeur, au moment où elle va se condenser, diminue avec la course d'admission, jusqu'à devenir presque égale à la pression dans le condenseur, lorsqu'on a atteint la détente qui répond au maximum d'effet. Il s'en suit que la détente a pour effet d'utiliser une plus grande partie de la force motrice de la vapeur, laquelle, dans le cas du travail maximum, sort du grand cylindre avec une pression presque nulle dans les machines à condensation, de même que dans

les récepteurs hydrauliques, l'eau sort sans vitesse de la roue quand il y a maximum d'effet produit. Nous ferons voir bientôt que cette loi est générale.

4. MACHINES DE M. VENNIN, CONSTRUCTEUR DE MÉTIERS A FILER LE LIN, RUE PRINCESSE, A LILLE.

Données.

$r = 0{,}1325^{m}$ $\quad r_1 = 0{,}22^{m}$ $\quad P = 3\frac{1}{2}$ atm. $= 36172{,}5^{kil}$

$a = 0{,}0551546^{mq}$ $\quad a_1 = 0{,}152053^{mq}$ $\quad \varpi = 2175{,}79^{kil} = \frac{4}{19}$ atm.

$l = 0{,}91^{m}$ $\quad l_1 = 1{,}14^{m}$

$c = \frac{1}{15} l = 0{,}0607^{m}$ $\quad c_1 = 0{,}0607^{m}$

$\varepsilon = 0{,}10^{m}$ (*) $\quad V = 49{,}14^{m} = 27$ tours par minute.

État de régime.

Vaporisation par heure...............	$332{,}879^{kil}$
Charbon correspondant...............	$55{,}48^{kil}$
Force brute de la machine............	$43{,}72^{ch}$
Charbon brûlé par heure et par force de cheval........................	$1{,}269^{kil}$
Travail produit par un kilog. de vapeur...	35461^{km}
Pression de la vapeur au moment où elle va se condenser..................	$10332{,}5^{kil} = 1^{atm}$ environ.

(*) N'ayant pu me procurer les quantités c, c_1, ε je les ai choisies d'après l'analogie avec la machine de M. Cox, faite par le même constructeur. Quant à la quantité ϖ, je l'ai prise comme précédemment, attendu que la machine de M. Vennin, n'est pas pourvue, comme les deux premières, d'un indicateur du vide.

Accroissements de force.

1.er *mode.* Consistant à conserver à la machine sa vitesse de régime, et à porter la pression à cinq atmosphères (la chaudière est timbrée à six).

Accroissement de vaporisation par heure...	139,614 kil
Charbon correspondant..................	23,269 kil
Accroissement de force..................	20,77 ch
Charbon brûlé par heure et par force de cheval d'augmentation.....................	1,12 kil
Pression de la vapeur au moment où elle va se condenser........	14932,65 kil = 1,445 atm.

2.e *mode.* Consistant à conserver la même dépense, la même vitesse, et à porter la pression à cinq atmosphères.

Course d'admission de la vapeur......	= 0,6232 m.
Accroissement de force.............	7,694 ch, environ 18 °/₀
Accroissement de force pour chaque révolution de plus par minute........	1,904 ch
Accroissement de dépense de charbon par heure, et pour chaque tour de plus par minute................	2,055 kil
Pression de la vapeur au moment où elle va se condenser................	= 10332 kil = 1 atm environ.

3.e *mode.* Détente du maximum d'effet, en supposant la même dépense que dans l'état de régime, et la pression portée à cinq atmosphères.

Course d'admission de la vapeur.........	= 0,1782 m,
Accroissement de force................	= 16,83 ch environ 38 °/₀
Vitesse de la machine................	= 77,34 tours par minute.

Pression de la vapeur au moment où elle va se se condenser........................ $= 3192^{kil}, = 0,31^{atm}$.

Économie de combustible.

On conserve la pression, le travail de régime, et l'on prend pour course d'admission de la vapeur $l' = 0^{m}.6232$.

Vitesse de la machine.............. = 34,2 tours par minute.

Vaporisation par heure........... . = $297{,}107^{kil}$

Charbon correspondant. .... = $49{,}518^{kil}$

Économie de combustible par heure... = $5{,}96^{kil}$

Pression de la vapeur au moment où elle va se condenser............. = $7089{,}81^{kil} = 0{,}686^{atm}$.

5. ***Tableau des quantités de combustible consommées par les trois machines dans leur travail journalier.***

MACHINES.	DURÉE de la journée de travail.	CONSOMMATION de combustible d'après le calcul.	CONSOMMATION de combustible d'après l'expérience.		DIFFÉRENCES.	ERREURS relatives.
Machine de M. Charlet.	11 heures.	kil 42,845	Charbon anglais..43,5 kil Charbon de Mons.39,5	kil 41,5	kil 1,345	$\frac{1}{29}$ environ.
Id. de M. Cox...	12 »	1238,568	Charbon de Mons.....	kil 1200	kil 38,568	$\frac{1}{31}$ »
Id. de M. Vennin.	11 »	610,28	Mélange de charbon de Mons et de Fresnes...	kil 630	kil —19,72	$-\frac{1}{32}$ »

Comme on ne sait pas si dans les générateurs un kilogramme de charbon produit juste 6 kilogrammes de vapeur, j'ai renversé la ques-

tion. Regardant comme exacte la vaporisation calculée, j'ai divisé la vaporisation par heure, exprimée en kilogrammes, par la quantité de charbon brûlée dans cet intervalle de temps, et j'ai obtenu les résultats ci-après.

Dans la machine de M. Charlet un kilogramme de charbon produit.. 6,195 kil de vapeur,

»	M. Cox..........	6,193 kil
»	M. Vennin.........	5,812 kil

A ces exemples, j'en ajouterai un quatrième qui n'est pas sans intérêt. En 1829 une machine de Wolf, construite par M. Halette, fonctionnait à Marcq (près Lille). Sous la pression de 3 $\frac{1}{2}$ atmosphères, et avec une vitesse de 13 tours par minute, elle développait d'après mes calculs, une force brute de 155 ch. 922. Cette machine donna lieu à un procès. L'un des experts ayant conservé le rapport a bien voulu me le communiquer. *Je lis à la page* 32 *que la machine ayant été nettoyée, consommait par jour* 25 *hectolitres de charbon*, ce qui fait par heure 166 kil. 667. Or le calcul donne 171 kil. 074. Ici la différence n'est que de 4 kil 411, ce qui répond à une erreur relative de $\frac{1}{38}$ environ. Divisant, comme précédemment, la vaporisation en une heure, par la consommation correspondante de combustible, on trouve que

Dans la machine Halette, un kilog. de charb. produit 6 kil 176 vap.

De sorte que la moyenne pour les machines Charlet, Cox, Halette est de.......................... 6 kil. 188.

On peut remarquer que dans les trois machines qui précèdent, la consommation de combustible calculée, surpasse la consommation réelle, tandis que l'inverse a lieu dans la machine Vennin. Si l'on pouvait réduire, pour cette dernière, la consommation vraie à 630 kil. — 2×19 kil. 72=590 kil. 56 on ne changerait que le sens de l'erreur, et l'on mettrait la machine au degré d'économie des trois autres. On peut conclure de là, du moins jusqu'à un certain point,

que la machine Vennin consomme journellement un demi hectolitre de charbon en pure perte. J'ài cherché à me rendre compte de cette particularité, et j'ai appris de M. Vennin que les cylindres et les tiroirs étaient en mauvais état. Dès lors une certaine quantité de vapeur passe au condenseur sans agir sur les pistons, et il en résulte que pour maintenir la même vitesse, il faut produire un excédant de vaporisation. La qualité du charbon (mélange de charbon gras et maigre) peut y être aussi pour quelque chose, ainsi que les valeurs attribuées aux quantités c, c_1, ε que je n'ai pu me procurer d'une manière certaine.

Formules qui ont servi de base à nos calculs.

6. Les formules qui ont servi de base aux calculs précédents sont les suivantes :

$$(1).\quad \pi = \frac{a(l'+c)\left(\frac{n}{q}+\text{P}\right)+a_1 c_1\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)}{a c + a_1(l_1+c_1) - a\varepsilon} - \frac{n}{q}$$

$$(2).\quad \text{S} = \frac{av}{l}\,\frac{(l'+c)(n+q\text{P})\left[a_1(l_1+c_1)-a\varepsilon\right] - a_1 cc_1(n+q\varpi)}{a c + a_1(l_1+c_1) - a\varepsilon}$$

$$(3).\quad \text{T}_m = \frac{av}{l}(l'+c)\left(\frac{n}{q}+\text{P}\right)\left(\frac{l'}{l'+c}+\log\frac{l+c}{l'+c}+\log\frac{ac+a_1(l_1+c_1)-a\varepsilon}{a_1c_1+a(l+c)-a\varepsilon}\right)$$
$$-\frac{a_1v}{l}\left(\frac{n}{q}+\quad\right)\left(l_1 - c_1\log\frac{ac+a_1(l_1+c_1)-a\varepsilon}{a_1c_1+a(l+c)-a\varepsilon}\right).$$

Dans ces formules P est la pression de la vapeur dans le cylindre avant la détente ; n et q sont des coefficients dont les valeurs sont, d'après M. de Pambour, et pour les machines à condensation :

$$n = 0{,}00004227, \quad q = 0{,}0000000529.$$

Les logarithmes qui entrent dans la dernière , sont des logarithmes népériens.

La première donne la pression de la vapeur au moment où elle va se condenser , exprimée en kilogrammes par mètre carré.

La seconde fait connaître la vaporisation par minute en mètres cubes d'eau à 100°.

La troisième détermine en kilogrammètres, le travail transmis aux pistons , en tenant compte de la résistance due à la pression dans le condenseur. (Voir notre Mémoire sur le travail de la vapeur , inséré dans les Mémoires de la Société impériale des sciences de Lille, année 1855 , 2.e série, 2.e volume , page 221).

Pour convertir ces formules en nombres il faut avant tout connaître P, ce qui nous conduit à démontrer le principe suivant, que j'appellerai : ***Principe de la conservation de la pression avant la détente.***

D'abord , une observation fort simple prouve , que dans les circonstances ordinaires , la pression de la vapeur se transmet dans les conduits sans diminuer sensiblement En effet , quand on fait écouler l'eau , qui par l'effet du refroidissement , s'accumule dans les tuyaux du manomètre , l'aiguille reste stationnaire , ou du moins reprend sa position première quand l'opération est terminée ; donc , ***la pression de la vapeur ne change pas sensiblement du générateur au manomètre , et par conséquent aussi , avant la détente , du générateur au cylindre , puisque l'appareil est placé dans l'enceinte même où fonctionne la machine.*** Il s'agit maintenant de savoir si cette pression se conserve jusque dans le cylindre.

Considérons une machine quand le régime est établi. Si l'on augmente la charge sans changer la vaporisation . il est clair qu'on diminuera la vitesse ; dès lors, la pression augmentera , afin que sous un moindre volume , il se dépense toujours le même poids de vapeur. Suspendons maintenant le mouvement de la machine , et afin que la pression dans le générateur ne change pas , faisons écouler , par un robinet de décharge, une quantité de vapeur égale à celle qui se dépense dans l'état normal ; enfin , appliquons sur les pistons , une résistance

indéfinie. Ayant fermé le robinet de décharge, si l'on rétablit la communication avec le cylindre, la vapeur se précipitera sous le piston ; dans ce trajet elle diminuera de pression, mais la vapeur continuant d'affluer, la pression dans le cylindre croîtra graduellement, et deviendra nécessairement égale à la pression dans la chaudière, puisque le piston reste immobile. Concevons maintenant que l'on diminue la charge très-rapidement, mais d'une manière continue, il arrivera nécessairement un moment où le piston sera soulevé. Dans les premiers instants du mouvement, la force motrice surpassera un peu la résistance ; elle imprimera donc au piston une vitesse croissante. Mais bientôt l'accélération du mouvement amenant une diminution de pression, l'effort moteur décroîtra, et deviendra moindre que la résistance : alors le mouvement se ralentira, et ce ralentissement continuera tant que la force motrice restera moindre que la résistance. La pression continuant à croître surpassera bientôt la résistance, et à ce moment la vitesse redeviendra croissante, tandis que la force motrice sera décroissante ; l'accélération du mouvement se continuera donc jusqu'à ce que la pression redevienne moindre que la résistance et ainsi de suite. La force motrice oscillant légèrement de chaque côté de la résistance, la pression moyenne dans le cylindre, avant la détente, sera égale à cette résistance, et très peu inférieure à la pression initiale, ou à la pression dans le générateur, laquelle restera ainsi constante tant que le feu sera maintenu au même degré. Dans les circonstances ordinaires du mouvement des machines, cette différence sera un peu augmentée par le surplus de résistance qui a lieu au départ. Il suit de là que *le mouvement du piston sera uniforme, ou périodiquement uniforme. Quant à la vitesse moyenne de ce mouvement, elle sera égale à très-peu près, à la vitesse produite pendant que la force motrice est restée constamment supérieure à la résistance, et cette vitesse se réglera évidemment sur la vaporisation, c'est-à-dire sur la quantité de vapeur que la chaudière sera capable de fournir sous la pression donnée.* Ainsi la pression et la vaporisation qui répondent à l'état qui précède, sont celles qui

ont lieu dans l'état de régime ; il faudra donc que la charge de la machine soit la même dans les deux cas, sans quoi la pression serait plus grande dans le premier cas que dans le deuxième, la charge fictive ne pouvant être inférieure à la charge vraie, et d'ailleurs la vaporisation étant la même; la vitesse sera donc aussi la même, et les deux états de la machine seront identiques. Donc, *la pression dans le cylindre avant la détente, est sensiblement égale à la pression dans le générateur.*

On sait qu'une machine à vapeur peut travailler sous des pressions très différentes, la vitesse et la charge utile restant les mêmes. *Il faut donc que la résistance sur les pistons se modèle à son tour sur la force motrice,* afin qu'il y ait toujours équilibre entre ces deux forces avant la détente. Mais d'où vient l'accroissement de résistance qui répond à l'accroissement de pression ? Il est évident que s'il n'est pas dû à la résistance utile proprement dite, il ne peut provenir que des résistances nuisibles telles que les frottements. En effet, si l'effort transmis aux pistons varie, la pression entre les surfaces frottantes, comme entre les dents des engrenages, varie également, et par conséquent aussi les frottements qui sont proportionnels aux pressions. Il suit de là *qu'il est avantageux de ne faire travailler une machine que sous une pression très peu supérieure à la moindre pression pour laquelle on puisse maintenir la vitesse normale, car il est évident que pour une pression plus grande, on travaillera au profit des frottements.* En même temps, on consommera plus de combustible, attendu qu'il sort toujours des cylindres le même volume de vapeur, mais à une densité plus grande.

Les formules 2 et 3 font voir, que la pression dans le générateur restant constante, la vaporisation et le travail sont proportionnels à la vitesse. Il suit de là que si l'on veut accroître encore le travail de la machine, par exemple d'un vingtième, il suffira d'augmenter la vitesse d'un vingtième de sa valeur actuelle ; alors en maintenant la même pression, la vaporisation, et par conséquent aussi la dépense de combustible, s'accroîtront d'un vingtième. Donc si les chaudières

pouvaient produire des quantités de vapeur indéfiniment croissantes, la force des machines serait sans limites.

Effets de la détente.

7. Le tableau du N.° 3 nous a montré la détente sous un nouveau jour, en nous faisant voir qu'elle avait pour effet d'utiliser une plus grande partie de la force motrice de la vapeur. Il s'agit maintenant de démontrer que cette loi est générale. Pour cela reprenons l'équation (1) du N.° 6, savoir :

$$(1). \quad \pi = \frac{a(l'+c)\left(\frac{n}{q}+P\right)+a_1 c_1\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)}{a c + a_1 (l_1 + c_1) - a \epsilon} - \frac{n}{q}.$$

On voit d'abord que pour une même valeur de P, la pression π diminue avec la course d'admission l'. En second lieu, si l'on attribue à π sa valeur minimâ, savoir $\pi = \varpi$, et qu'on résolve l'équation résultante par rapport à l' il vient

$$(2). \quad l' = \frac{a_1 (n+q\varpi)}{a(n+qP)}\, l_1 - \left[c - \frac{n+q\varpi}{n+qP}(c-\epsilon)\right].$$

Or, cette valeur de l' diffère très-peu du premier terme, lequel est à très peu près égal à la course d'admission qui répond au maximum d'effet. (Voir la formule 29 du Mémoire cité.) Si l'on remarque maintenant que le dernier terme de la relation (2) est négatif, on en conclura que

$$l' < \frac{a_1 (n+q\varpi)}{a(n+qP)}\, l_1.$$

Par conséquent, pour toutes les valeurs de l' qui ne seront pas inférieures à la quantité

$$\frac{a_1 (n+q\varpi)}{a(n+qP)}\, l_1,$$

π sera toujours plus grand que ϖ, et il sera toujours très-peu au-dessus de ϖ lorsque l' sera très-peu au-dessus du terme qui précède. Ainsi ***dans la machine à vapeur il y aura maximum d'effet produit lorsque la vapeur, à sa sortie des cylindres, aura une pression très-peu supérieure à la pression qui s'exerce soit dans le condenseur, soit dans l'atmosphère.***

Accroissement de travail utile.

8. Recherchons maintenant la relation qui existe entre les accroissements de travail utile, et les accroissements de travail brut. Nommant φ et φ_1 les valeurs en kilogrammes des frottements relatifs au petit et au grand cylindre de la machine marchant sans charge, et rapportés au mètre carré, b l'accroissement de frottement par unité de charge utile, on aura, en désignant par R la charge totale, et par R_u la charge utile.

$$(1). \qquad R = a\varphi + a_1\varphi_1 + (1 + b)\, R_u.$$

Multipliant les deux membres de cette égalité par la vitesse w du point d'application de la charge totale, on trouve

$$T_m = (a\varphi + a_1\varphi_1)\, w + (1 + b)\, T_u\ .$$

Mais d'après M. De Pambour, l'on a, approximativement, et pour les machines de Watt :

$$(2). \qquad \varphi = \frac{225}{r}\,,\ \varphi_1 = \frac{225}{r_1}\,;$$

d'ailleurs

$$a = \pi r^2,\ a_1 = \pi r_1^2\,,\ w = \frac{h}{l}\, v\,;$$

par suite

$$(3). \qquad T_u = \frac{T_m}{1 + b} - \frac{225\ \pi}{1 + b}\,\frac{(r + r_1)\, hv}{l}\,,$$

de laquelle on tire

$$(4). \qquad \delta T_u = \frac{\delta\ T_m}{1+b} - \frac{225\ \pi}{1+b}\ \frac{(r+r_1)}{l}\ \delta.hv.$$

Cette dernière équation fera connaître les accroissements de force utile, quand on aura calculé les accroissements de force brute.

Si l'on divise membre à membre l'équation (4) par l'équation (3), on en tire, à très-peu près

$$(5). \qquad \frac{\delta T_u}{T_u} = \frac{\delta\ T_m}{T_m}.$$

D'où l'on conclut que *le rapport de l'accroissement de travail utile, au travail utile, est peu différent du rapport de l'accroissement du travail brut, au travail total.*

Je n'ai pas cru devoir calculer, dans ce qui précède, les accroissements de force utile, à cause de l'incertitude qui règne sur la valeur du coefficient b appliqué aux machines fixes. Pour les locomotives, M. De Pambour a trouvé $b = 0,14$, mais il est à présumer que cette valeur est trop faible pour les machines stationnaires.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

SUR LE MAGNÉTISME ET LA CONDUCTIBILITÉ ÉLECTRIQUE DU POTASSIUM ET DU SODIUM,

Par M. LAMY, Membre résidant.

Séance du 25 juillet 1856.

Plusieurs savants ont cherché à découvrir une relation entre les poids ou les volumes atomiques des corps, et quelques-unes de leurs propriétés physiques, telles que la densité, la forme cristalline, la chaleur spécifique, le point d'ébullition ou le magnétisme spécifique. Relativement à cette dernière propriété, on admet généralement que les métaux les plus magnétiques sont ceux qui ont le volume atomique le plus petit, les métaux les moins magnétiques ceux dont le volume atomique est le plus grand. Par volume atomique, on entend le rapport de l'équivalent chimique à la densité. Il est facile de com-

prendre que si n est le nombre d'atômes chimiques (*) contenu dans le volume 1, d'un corps ; v le volume de l'un de ces atômes, y compris l'espace vide correspondant ; p son poids et d sa densité, on aura d'une part $nv = 1$ (1), et d'autre part $np = d$ (2), d'où la relation $v = \frac{p}{d}$ (3), dont la définition donnée n'est que la traduction en langage ordinaire.

La relation (1) montre que plus le volume atomique est grand et plus le nombre des atômes chimiques est petit, c'est-à-dire moins les molécules des métaux sont rapprochées ; de façon qu'en prenant l'inverse des volumes atomiques, on aurait des nombres qui pourraient représenter le degré plus ou moins grand de rapprochement des molécules de ces corps. Quelques physiciens ont confondu ces nombres avec les volumes atomiques proprement dits.

Je m'étais proposé simplement de dresser un tableau destiné à mettre en évidence l'hypothèse relative aux volumes atomiques que je viens de rappeler, mais l'examen des nombres renfermés dans ce tableau, m'a conduit à faire de nouvelles recherches sur le magnétisme spécifique du sodium et du potassium ; ensuite, comme on le verra plus loin, j'ai été naturellement amené à mesurer la conductibilité électrique de ces deux métaux. Ces deux points font l'objet du travail que j'ai l'honneur de présenter à la Société.

Voici d'abord le tableau en question dressé avec les nombres regardés aujourd'hui comme les plus exacts :

(*) Pour nous, l'atôme chimique, c'est le rapport qu'on appelle aujourd'hui généralement du nom d'équivalent. Ainsi, dans l'eau, l'atôme chimique ou l'équivalent de l'hydrogène est 1, celui de l'oxygène étant 8.

Tableau des volumes atomiques des principaux métaux.

NOMS DES MÉTAUX.	DENSITÉ moyenne.	ÉQUIVALENT CHIMIQUE.	Quotient de la densité par l'équivalent.	VOLUME atomique.
Nickel	8,8	369,7	238	42
Cobalt.	8,5	369	230	43
Manganèse. ...	8	347,7	230	43
Cuivre.	8,87	395,6	224	44,6
Fer	7,8	350	223	45
Chrôme.	6	328	183	54
Platine.	21,5	1232	174	57
Zinc.	7	406,6	161	58
Or.	19,5	1227,8	158	63
Argent.	10,5	675 = $^1/_2$(1350)	154	64
Cadmium.	8,7	696,8	125	80
Mercure.	13,596	1250	108	91
Etain.	7,29	735	99	100
Plomb	11,445	1294	88	113
Antimoine	6,8	860,5	79	126
Bismuth.	9 9	1330	74	134
Sodium	0,97	143 = $^1/_2$ (287)	67	147
Potassium	0,85	245 = $^1/_2$(490)	35	292

En se reportant aux nombres donnés par la plupart des physiciens pour représenter le magnétisme spécifique des substances, on remarquera d'abord que le fer, le plus magnétique des corps, n'occupe pas le premier rang dans la série des volumes atomiques; que le manganèse, incomparablement moins magnétique que le fer, le cobalt, le nickel, est placé sur la même ligne que ces métaux; que le cuivre, qui

est diamagnétique, a un volume atomique égal, sinon inférieur, à celui du fer ; que le zinc, qui est aussi diamagnétique, est immédiatement à côté du platine, corps attiré par l'aimant; enfin, que l'ordre dans lequel se présentent le zinc, l'argent, le plomb, l'étain, n'est pas celui que l'on assigne, dans l'état actuel de la science, à ces différents métaux, considérés sous le rapport de leur magnétisme spécifique.

Il est vrai que l'on ne saurait répondre de la pureté absolue des métaux comparés, ni de l'exactitude parfaite des nombres représentant leurs équivalents chimiques. On ne peut pas non plus affirmer que les nombres donnés pour le magnétisme spécifique des métaux soient rigoureux ; car, indépendamment de la pureté problématique de ces substances, l'action de l'aimant varie avec son intensité et la distance.

L'exception la plus remarquable sans contredit est celle que présente le cuivre. L'argent lui-même en formerait une non moins frappante, si l'on prenait pour son équivalent le nombre généralement adopté par les chimistes. Dans le tableau, j'ai cru devoir me conformer aux analogies physiques d'isomorphisme et de chaleur spécifique, et adopter la moitié de l'équivalent 1350. — Pour des raisons semblables, j'ai aussi dédoublé les équivalents du potassium et du sodium ; mais, malgré ce dédoublement, les nombres qui représentent les volumes atomiques de ces métaux sont plus grands que celui du bismuth. Un tel résultat m'a frappé, et j'ai pensé qu'il pourrait me conduire ou à une confirmation éclatante, ou à une exception nouvelle et fatale, pour la loi des volumes atomiques.

D'après cette prétendue loi, le sodium et surtout le potassium devaient être beaucoup plus diamagnétiques que le bismuth.

L'illustre auteur de la découverte du diamagnétisme s'exprime ainsi relativement au sodium, dans le mémoire où il a consigné ses premières recherches sur le *Magnétisme universel :* « Un gros globule » de sodium équivalant à un demi pouce cube fut fortement repoussé. » — Ce métal est donc diamagnétique. »

Quant au potassium, M. Faraday ne dit pas l'avoir soumis à l'ac-

tion directe des pôles de son fort électro-aimant ; mais il regarde ce corps comme diamagnétique, à cause de la nature diamagnétique de tous ses composés.

L'abbé Zantedeschi, qui a donné une liste de métaux rangés d'après la nature de leur magnétisme, place le sodium et le potassium au nombre des métaux diamagnétiques proprement dits ; mais cette liste ne saurait inspirer une grande confiance, puisqu'il est reconnu aujourd'hui que le cuivre, l'argent, le zinc, le silicium, placés par l'abbé Zantedeschi dans la classe des métaux magnétiques, sont, sans aucun doute, diamagnétiques.

Ces résultats étant les seuls qui soient venus à notre connaissance, il n'était pas inutile de reprendre les expériences relatives au sodium et au potassium.

L'appareil que j'ai employé est celui que construit M. Ruhmkorf, et qui est bien connu de tous les physiciens. Le sodium ou le potassium sous la forme de cubes ou de prismes rectangulaires, étaient taillés avec un couteau d'argent dans des masses un peu considérables de ces métaux ; on leur donnait quelquefois la forme de sphères de 7 à 15 millimètres de diamètre, en les comprimant dans un moule à balles parfaitement nettoyé, brillant, frotté et mouillé avec de l'huile de naphte. J'ai également fait usage de globules sphéroïdaux de sodium, provenant de la simple fusion de ce métal dans des capsules de porcelaine. Dans tous les cas, j'ai évité soigneusement l'introduction accidentelle du fer dans les échantillons qui devaient être soumis à l'expérience. Il ne pouvait rester de doute que sur la nature même du sodium et du potassium employés. Ces métaux m'avaient été fournis comme parfaitement purs ; ils avaient été distillés deux fois. L'analyse directe, tentée sur 15 grammes, n'avait décélé aucune trace de fer. Malheureusement, la quantité de ce dernier métal qu'il faut supposer dans un corps, pour que celui-ci soit sensible à l'action d'un puissant électro-aimant, est tellement minime, qu'elle échappe à l'analyse la plus délicate.

Les deux métaux étaient suspendus dans le champ magnétique à un

fil de cocon, par l'intermédiaire d'un petit crochet formé d'un mince fil de cuivre rouge. Dans mes premières expériences, ils étaient protégés par une atmosphère d'acide carbonique ou d'air desséché ; ensuite, je me contentai de les suspendre à l'air libre, vu la rapidité des expériences. On avait soin seulement de les plonger de temps en temps dans l'huile de naphte, pour les recouvrir d'une couche momentanément préservatrice.

Voici maintenant ce que j'ai constamment observé :

Lorsqu'un globule de sodium ou de potassium est suspendu à 7 ou 8 millimètres de distance des pôles de l'électro aimant, il est fortement repoussé, ainsi que l'a reconnu Faraday, à l'instant où l'on fait passer le courant d'une pile de 20 à 40 éléments Bunsen à zinc extérieur ; mais, bientôt l'on voit le globule se rapprocher peu à peu de la verticale *et paraître* y rester immobile. Parfois, quand la distance primitive du globule est inférieure à 7 ou 8 millimètres, la répulsion est suivie d'une attraction manifeste, qui porte la masse à la surface même du pôle de l'aimant. Afin de m'assurer si, dans tous les cas, il y avait attraction, j'ai placé une lunette à une distance convenable de l'appareil, et j'ai fait coïncider la direction du fil de cocon qui soutenait le globule avec le fil vertical placé au foyer de la lunette. Or, *toujours*, après la répulsion, il y avait attraction. — En suspendant à la place du métal alcalin, une boule de même volume de cuivre ou d'argent, que j'avais préparée aussi pure que possible, il y avait, à l'instant de l'établissement du courant, répulsion semblable, quoique inférieure en grandeur à celle du sodium, puis rappochement de la verticale, mais jamais attraction : la boule de cuivre ou d'argent restait visiblement repoussée ; résultat conforme à la nature diamagnétique bien connue de ces deux derniers métaux, et qui prouve, soit dit en passant, que la force d'agrégation moléculaire ne détruit pas la répulsion diamagnétique, comme quelques physiciens l'ont avancé.

La répulsion si énergique qu'éprouvent le potassium et le sodium, lorsqu'on établit le courant autour de l'électro-aimant, est due, selon toute probabilité, à la production des courants induits dans la masse

métallique qui ont une direction contraire aux courants ampériens circulant dans le fer doux de l'électro-aimant. La lenteur avec laquelle cette masse revient à sa position finale, résulte de ce que l'électro-aimant n'arrive pas immédiatement à son état d'équilibre magnétique. Quand cet état est atteint, il ne reste plus que l'action spéciale produite par l'aimant sur les molécules du métal supposé fixe. Nous reviendrons plus loin sur ces phénomènes d'induction.

Les expériences précédentes semblaient donc prouver que le sodium et le potassium étaient magnétiques, faiblement, sans doute, mais d'une manière non douteuse, à peu près à la manière du platine, dont les composés sont tous diamagnétiques. Toutefois, le résultat contraire obtenu par Faraday sur le sodium, l'habileté bien connue de ce savant comme physicien et comme chimiste, jetèrent des doutes dans mon esprit sur la pureté des métaux que j'avais soumis à l'expérience, et je songeai à extraire moi-même le potassium de la potasse, sans l'intermédiaire de vases ou d'outils en fer.

Le procédé de Davy se présenta naturellement à mon esprit ; mais l'amalgame cristallin que l'on obtient avec la pile est très-difficilement réductible par la chaleur, soit à cause de l'affinité réciproque des deux métaux, soit à cause du peu de différence des températures auxquelles ils se volatilisent. Au rouge sombre, le résidu de la distillation contient encore du mercure. Je songeai alors à préparer directement le potassium par la pile sans passer par un amalgame. A cet effet, un tube en verre recourbé contenant de la potasse caustique à l'alcool, laquelle était fortement diamagnétique, fut disposé au-dessus d'un fourneau allumé, à une distance telle que la potasse fût toujours dans un état semi-fluide, pâteux, surtout dans la branche où plongeait l'électrode négatif. Les deux électrodes étaient deux fils de platine, et la source électrique une pile de six élémens Bunsen. Dans ces conditions, on voit bientôt des globules métalliques s'amasser au pôle négatif, et au bout d'une heure environ, lorsque la potasse est devenue dure, en brisant le tube dans l'huile de naphte, on peut recueillir, par la fusion et la séparation mécanique, du potassium, de

manière à former un globule parfaitement beau et brillant, de la grosseur d'un petit pois.—Or, un pareil globule, suspendu délicatement devant les pôles de l'électro-aimant, fut repoussé d'abord vivement, puis fortement attiré.

Après cette expérience, il m'était difficile de ne pas conclure que le potassium était magnétique. Sans doute, cette conclusion est infirmée par certaines analogies que l'on est porté à ériger en lois générales. C'est ainsi que tous les métaux diamagnétiques ont leurs composés également diamagnétiques; mais il y a des exceptions. Les composés du platine, nous l'avons déjà dit, sont repoussés par les aimants, quoique tous les échantillons de platine essayés jusqu'ici se sont trouvés magnétiques.

D'un autre côté, ne sait-on pas que le cyano-ferrure de potassium est fortement repoussé par les aimants ?

Ainsi, j'admettrai provisoirement, jusqu'à ce qu'on ait bien voulu répéter mes expériences avec des métaux plus purs que ceux dont j'ai pu disposer, que le sodium et le potassium sont faiblement magnétiques.— Mais, fussent-ils en réalité diamagnétiques, ils ne paraissent pas pouvoir l'être autant que le bismuth; et cette conséquence suffit pour ébranler fortement la loi déjà mal assise des volumes atomiques comparés aux propriétés magnétiques des métaux.

Dira-t-on que le magnétisme des différents métaux doit être mesuré à une température déterminée pour chacun d'eux? Mais l'abaissement de température ne modifie relativement que peu cette propriété des métaux. Le manganèse, qui n'est pas magnétique à la manière du fer, à la température ordinaire, ne le devient pas davantage par un abaissement très-grand de température. D'ailleurs, si pour établir une hypothèse, il faut avoir recours à une autre hypothèse, il me semble plus rationnel de laisser de côté l'une et l'autre, ou du moins de ne les énoncer que comme rapprochement de simple curiosité.

Mouvements d'induction du potassium et du sodium. — Attraction et répulsion. — Nous avons dit qu'un globule de potassium ou de sodium placé en présence des pôles d'un électro-aimant, était

vivement repoussé au moment où l'on établissait le courant. Il est plus énergiquement encore attiré lorsqu'après lui avoir laissé prendre sa position d'équilibre, on ouvre brusquement le circuit. Dans ce cas, on admet que la masse du globule est le siége de courants induits de même sens que les courants ampériens qui les engendrent ; et c'est de leur action réciproque que résulte l'attraction observée. Si celle-ci est plus vive que la répulsion, c'est que la masse induite cesse d'être sous l'influence de l'action magnétique, qui tend toujours à amortir les mouvements ou les oscillations, comme le ferait la résistance d'un milieu. Lorsque le globule est animé d'un mouvement de rotation sur lui-même, cet arrêt est plus subit, plus fort et plus merveilleux encore que celui du cube de cuivre dans l'expérience analogue de Faraday. Un cylindre, un fragment de sodium, de forme quelconque, en mouvement dans le champ magnétique, est toujours arrêté brusquement comme le globule, quand l'aimantation cesse. La masse se retourne vivement et peut faire un ou deux tours sur elle-même.

Ces phénomènes sont en tout semblables à ceux que Faraday a observés dans le cuivre, et que l'on répète aisément avec de l'argent pur. Ils s'expliquent en admettant, dans les masses métalliques influencées par l'aimant, la production de courants électriques de sens contraire ou de sens identique à ceux par lesquels on représente, dans l'hypothèse d'Ampère, l'état magnétique de l'électro-aimant. — Le sodium se trouvant dans tous les laboratoires, n'exigeant aucune préparation, très facile à suspendre et à manier dans l'air, pourra donc être avantageusement employé, concurremment avec le cuivre, pour montrer dans des cours publics les phénomènes d'induction produits par les aimants sur des masses métalliques en mouvement.

J'ajouterai qu'il n'est pas nécessaire de posséder un appareil de Ruhmkorf, pour rendre très-sensible cette espèce de résistance dans son mouvement oscillatoire, qu'éprouve un morceau de sodium. Il suffit de suspendre une boule de ce métal par un ou plusieurs fils de cocon et de tordre le fil, de façon qu'abandonné librement à lui-même, le globule exécute une dixaine d'oscillations circu-

laires ; puis, d'imprimer de nouveau au fil une torsion semblable, et d'approcher le plus près possible du globule les pôles voisins d'un aimant en fer à cheval, pour reconnaître que ce globule oscille plus péniblement et s'arrête après avoir accompli deux ou trois oscillations seulement.

Rotation. — Mais un phénomène plus curieux que les précédents, et que je ne sache pas avoir été signalé, c'est la rotation que l'on peut imprimer à une masse de forme arbitraire de cuivre, d'argent, d'or, de sodium ou de potassium, par les ruptures et les fermetures alternatives du circuit de l'électro-aimant. Voici le fait en quelques mots.—Si l'on place une boule, un cube ou un cylindre de ces métaux dans une partie *quelconque* du champ magnétique, *à l'exception du plan vertical* qui divise en deux parties égales les surfaces polaires, il y a toujours rotation, lorsqu'on manœuvre le commutateur de droite à gauche et vice-versâ, de manière à fermer, rompre le courant, ou changer sa direction. La rotation n'est pas continue, elle est intermittente comme les ruptures successives que l'on produit. Quand la masse est du côté de l'opérateur, dont la main droite manœuvre le commutateur, *toujours*, que la masse soit près de l'un ou de l'autre pôle, la rotation se fait de gauche à droite; au contraire, quand la masse est, par rapport à l'opérateur, de l'autre côté du plan vertical médian, *toujours* la rotation se fait de droite à gauche. Dans le plan vertical qui contient la ligne axiale, aucun mouvement de rotation n'a lieu. Une succession de ruptures et de fermetures du circuit, sans renversement de courant, produit également la rotation, mais moins énergiquement que lorsqu'on rompt et renverse à la fois le courant.

C'est un phénomène bien curieux que de faire tourner ainsi pendant plusieurs minutes, un gros cube de cuivre ou une grosse boule de sodium, sous l'influence d'aimantations ou de désaimantations successives, au point de donner au fil de support une torsion suffisante pour que, par la cessation de tout mouvement électrique, la masse métallique se mette à tourner avec rapidité en sens contraire, puis

d'arrêter ainsi brusquement cette masse par la même cause qui lui avait donné le mouvement.

Déjà Faraday avait observé qu'un barreau de cuivre éprouvait dans son état électrique, au moment où cessait l'aimantation, et selon sa position, un renversement subit, tel qu'il pouvait faire deux ou trois révolutions sur lui-même. Le fait de la rotation que je signale n'est donc en réalité qu'une simple conséquence du précédent, puisqu'il suffit d'interrompre le courant successivement plusieurs fois de suite.

L'établissement du courant ne produit rien pour la rotation; il ne sert qu'à fixer la masse où l'amène le couple de rotation : d'après ce que l'on sait de l'induction, on conçoit, en effet, que tout mouvement ne peut être que gêné par l'influence des forces magnétiques alors actives.

En écartant les deux pôles de l'appareil de Ruhmkorf aussi loin que possible, et plaçant la masse près de l'un d'eux, on peut encore déterminer une faible rotation.

L'explication complète du phénomène de la rotation me paraît difficile à donner d'une manière satisfaisante. Il ne semble pas facile, en effet, de rendre compte mathématiquement de la constance du sens de rotation, quelle que soit la position de la masse métallique près de l'un ou de l'autre pôle, du même côté du plan vertical qui divise en deux parties égales les surfaces polaires. Il faut tenir compte ici, non-seulement de l'influence réciproque des courants induits et de l'aimant, de l'attraction ou de la répulsion exercée par les pôles magnétiques, de la position qu'occupe le corps par rapport à ces pôles, mais encore du fait que l'électro-aimant n'acquiert pas et ne perd pas subitement ses propriétés magnétiques, de l'action des courants induits contraires qui se développent dans la masse, de l'influence du milieu et peut-être aussi de l'état cristallin du métal, lorsqu'il s'agit du sodium par exemple. Quand toutes les conditions physiques du phénomène seront mieux connues, alors seulement la mécanique pourra composer les forces agissantes, et faire connaître exactement la position et l'intensité du couple résultant qui détermine le mouvement de rotation.

Conductibilité électrique du sodium et du potassium. — L'induction dans les métaux paraissant intimement liée à leur conductibilité électrique, d'après les recherches d'Herschell et Babbage, on devait penser que le sodium et le potassium, où le développement de l'induction est si facile, étaient de bons conducteurs de l'électricité. Toutefois, si les mouvements de ces métaux sont relativement plus grands que ceux du cuivre, il ne faut pas se hâter de conclure que l'induction est plus facile, la conductibilité plus grande dans les premiers que dans le second; car, d'un côté, le moment d'inertie d'une balle de potassium est beaucoup plus petit que celui d'une balle de cuivre de même grosseur, et, d'un autre côté, on ne peut comparer les forces développées dans le cuivre et le potassium, en supposant même que le dernier soit diamagnétique.

Il était donc intéressant de déterminer la conductibilité des deux métaux alcalins en question, afin de mettre à l'épreuve la conséquence que l'énergie relative des mouvements d'induction avait fait naître. C'est ce que j'ai essayé de faire en opérant de la manière suivante.

Pour source électrique, j'ai fait usage du couple thermo-électrique bismuth et cuivre, imaginé par M. Pouillet, pour la recherche des lois de la conductibilité; comme rhéomètre, j'ai employé un appareil à deux fils, ayant chacun 4^{m} de longueur et $1^{mm},85$ de diamètre. Le système des deux aiguilles astatiques était construit de manière à éprouver une déviation impulsive de plus de 100 degrés pour une différence de température des deux soudures de 80 degrés centigrades environ.

La méthode d'observation adoptée, a été celle que M. E. Becquerel a décrite dans son travail sur la conductibilité électrique. Elle a l'avantage d'être indépendante des petites variations qui peuvent affecter l'intensité du courant pendant le cours de l'opération. — Le courant émanant du couple thermo-électrique se divisait en deux courants partiels passant en sens contraire dans le rhéomètre, puis cheminant l'un dans le fil soumis à l'expérience, l'autre dans un fil

d'argent pur (1), tendu horizontalement et dont on pouvait faire varier à volonté la longueur. Dans chaque expérience de mesure, avant d'introduire dans l'un des circuits le fil d'essai, on commençait par réduire la longueur du fil d'argent, de manière à rendre les deux circuits d'une parfaite égalité, ou à amener l'aiguille du rhéomètre au zéro. Alors, on visait avec une lunette et on fixait d'une manière invariable, sur l'extrémité de cette aiguille, le fil vertical placé au foyer de l'instrument. Ensuite, on introduisait le fil d'essai dans le second circuit, et par une manœuvre convenable de la pince qui serrait le fil d'argent, on ramenait la pointe de l'aiguille en contact avec le fil vertical du réticule. La sensibilité de l'appareil était assez grande pour qu'on pût apprécier aisément une résistance de 1 millimètre de fil d'argent introduit dans le circuit.

Mais, la plus grande difficulté consistait à se procurer des fils de potassium et de sodium, que l'on pùt facilement introduire dans l'un des circuits. J'ai préparé ces fils de deux manières.

D'abord, j'ai coulé les métaux alcalins dans des tubes de 1 à 2 millimètres de diamètre. A cet effet, dans un réservoir soudé à l'une des extrémités du tube, on plaçait le métal, et on disposait le tout sur une grille à analyse. Quand le tube était suffisamment chaud, on faisait fondre le métal, on fermait hermétiquement le réservoir, et en chauffant davantage pour augmenter la force élastique de l'air qu'il contenait, on voyait le métal fondu s'engager dans le tube sous la forme d'un fil brillant comme l'argent.

J'ai également procédé par aspiration à l'aide d'une pompe; ensuite, j'ai fait usage d'un moyen analogue à celui qui est employé pour la fabrication des tuyaux de plomb.

Dans un écrou en bronze, percé inférieurement d'une ouverture de filière de la grosseur du fil que l'on voulait avoir, on tassait une masse un peu grande de sodium ou de potassium non recouverts d'oxide; puis à l'aide d'une forte vis de même pas que celui de l'écrou, on exerçait une compression sur le métal.— Le potassium coule avec une grande

(1) Le fil d'argent a été livré par la monnaie de Paris et garanti à $\frac{1000}{1000}$.

facilité à la température de 20 degrés. Le sodium est chauffé jusqu'à 60 ou 80 degrés. L'un et l'autre peuvent s'obtenir ainsi facilement sous des longueurs de plusieurs mètres. Il va sans dire qu'on les recueille dans de l'huile de naphte.

Mais, si ce dernier procédé est le plus simple pour avoir des fils de potassium ou de sodium, en revanche ceux-ci sont plus difficiles à être introduits dans le circuit que les fils renfermés dans des tubes de verre. Des bouts de fil de cuivre rouge ou d'argent, un peu moins gros que les fils des métaux alcalins s'enfoncent et tiennent aisément dans le verre, mais ne tiennent que difficilement dans les bouts libres des fils protégés par l'huile de naphte.

En outre, une communication sûre et bien déterminée, est difficile à établir entre ces derniers et les puits ou godets de mercure. Enfin, ces fils s'allongent assez facilement lorsqu'on les manie, et leur diamètre devient plus difficilement mesurable.

Quant à ce diamètre, on l'obtenait en prenant le diamètre même du trou de filière par lequel les fils avaient passé. Le diamètre moyen des tubes de verre était donné par des pesées au mercure. On tenait compte, bien entendu, de la résistance des bouts de fil de cuivre ou d'argent servant d'intermédiaires pour l'introduction des métaux essayés dans le circuit.

Voici les nombres que j'ai obtenus, comme moyenne de plusieurs expériences, à la température de 20 degrés, avec deux échantillons provenant de deux sources différentes :

Noms des substances.	Conductibilité.
Argent pur	100
Sodium (1.er échantillon)........	25
Potassium (1er échantillon)	18
Sodium (2.e échantillon)	21
Potassium (2.e échantillon)......	17

Afin de faire juger du degré de probabilité des résultats renfermés dans le tableau, je rapporterai ici les nombres que j'ai trouvés pour le cuivre, le platine, et les nombres donnés par M. E. Becquerel et

Pouillet, pour exprimer la conductibilité relative des mêmes substances.

Noms des substances.	Lamy.	Pouillet.	E. Becquerel.
Argent........	100	100	100
Cuivre	90	86	91,14
Platine........	13	11	8,15
Mercure	1,7	»	1, 8

Je n'ai pas la prétention de croire que les nombres donnés dans le premier tableau, représentent la vraie valeur de la conductibilité du potassium et du sodium ; car, on ne saurait perdre de vue ce résultat signalé par M. Pouillet, que j'ai eu l'occasion de vérifier sur divers échantillons de mercure et d'argent, savoir, que l'impureté des substances a une grande influence sur leur conductibilité. — Un résultat constant, c'est que le potassium s'est toujours trouvé un peu moins bon conducteur que le sodium.

Le premier tableau montre, comme on avait pu le prévoir d'après les mouvements si prononcés d'induction que présentent le sodium et le potassium, que ces deux métaux sont relativement très-bons conducteurs de l'électricité, et se placent entre le cuivre et le fer, ou plutôt à côté de l'étain, sous le rapport de la conductibilité électrique.

On peut induire de là, que leur conductibilité pour la chaleur est également grande. Le fait suivant vient à l'appui de cette conséquence. Si l'on plie en différents sens, dans une étoffe sèche, un gros bâton de sodium, jusqu'à ce que la chaleur développée ne permette plus de la tenir dans la main, il suffit de plonger le fragment dans l'huile de naphte, pendant trois ou quatre secondes, pour qu'il paraisse complètement refroidi. J'ajouterai, en terminant, que j'ai observé qu'en pliant, malaxant en tous sens, le sodium, on ne lui faisait pas perdre sa structure cristalline, ni le *cri* qu'il fait entendre. Les fils provenant du même métal malaxé et passé à la filière, présentent au bout de peu de temps, dans l'huile de naphte pure, sur toute leur surface, un véritable moiré métallique.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

ESQUISSE

D'UNE

HISTOIRE DE L'ENSEIGNEMENT PHILOSOPHIQUE A LILLE,

Par M. DUPUIS, Membre résidant.

Séance du 3 octobre 1856.

INTRODUCTION.

L'histoire de l'enseignement philosophique à Lille semble d'abord un sujet peu digne d'intérêt. Mais c'est précisément parce que cette ville n'a jamais été un centre d'études sérieuses, parce qu'elle a été sans cesse absorbée par des préoccupations pratiques et matérielles, qu'elle peut offrir un champ d'observations fort curieuses. En effet, si la philosophie n'est qu'un thème de discussions plus ou moins brillantes destinées à jeter l'éclat sur quelques capitales privilégiées, on se demandera comment elle a pu tenir une si grande place dans l'histoire de l'humanité. Si au contraire on la voit pénétrer successivement dans toutes les couches de la société, s'étendre jusqu'aux populations les moins adonnées à l'étude et leur imprimer telle ou telle direction des actes et des mœurs, cette science acquerra dans les esprits une nouvelle considération. Or, pour résoudre ce problème, Lille peut mieux que toute autre ville offrir de nombreux éléments d'expérimentation. Purement industrielle, assez éloignée, vu la difficulté des communications, de Paris et de Louvain, elle n'a dû éprouver que long-

temps après les autres et d'une façon beaucoup moins complète, l'action des grandes écoles qui se sont succédé dans le domaine philosophique. Elle l'a éprouvée cependant, et la trace en est restée dans son histoire, tant est grande la puissance de ces idées abstraites, même sur les hommes occupés des intérêts les plus positifs.

Dès le XI.e siècle en effet, lorsque notre ville commence seulement à prendre une importance sérieuse, on y trouve une école philosophique très-distinguée, luttant avec avantage contre la chaire plus ancienne de Tournai. C'est à la Collégiale de Saint-Pierre, fondée depuis quelques années seulement que l'enseignement avait lieu. Les chanoines lillois mettaient un zèle extrême à seconder ce mouvement nouveau qui tendait à réformer les études philosophiques, à faire une grande part à la raison à côté de la tradition et de l'autorité, à entrer dans cette voie de discussion claire, précise, et rationnelle surtout, à laquelle l'esprit de notre nation est resté fidèle depuis lors. Des écrivains superficiels se sont beaucoup moqués des études du moyen-âge. Sans doute la scholastique comme toute chose humaine a eu ses abus, surtout vers son déclin. Malgré cela, il nous le semble, rechercher quelle est l'origine des idées de l'homme, quel est le caractère et la portée de ses conceptions les plus générales, est un objet au moins aussi digne d'absorber l'attention publique que le cours du trois pour cent et des actions de tel chemin de fer. L'esprit humain doit porter, on en conviendra, des fruits différents selon qu'il croît au sein des premières préoccupations ou des secondes.

Lille, à l'époque que nous étudions, en offrait la preuve. Elle prenait en deux siècles un tel essor qu'elle laissait bien loin derrière elle les plus anciennes cités de la Flandre wallonne. Son enceinte s'étendait rapidement; sa population croissait. Son commerce avait des relations nombreuses et habilement garanties en Angleterre et sur le Rhin, La draperie lilloise était partout recherchée. Les arts n'étaient pas moins en progrès. Les poètes abondaient. Les uns écrivaient en latin des ouvrages qui atteignaient à une célébrité européenne. (L'Alexandréïde de Gauthier de Châtillon, l'Anticlaudien d'Alain de Lille). Les

autres illustraient le langage roman (le nouveau roman du Renard, de J. Gielée) et jouissaient d'un aussi grand renom.

On sentait de toute part cette sève de jeunesse qui presse et qui féconde.

En lisant l'histoire de ce temps, nous étions sans cesse ramené à comparer Lille à cette époque avec les Etats de l'Union tels que nous les voyons de nos jours. Une initiative industrielle et commerciale que rien n'arrête, des finances dans une telle prospérité que les recettes dépassent sans cesse les dépenses, une tendance constante à intervenir dans toutes les guerres qui se passent à leur portée, une hardiesse extrême de fait et de langage vis-à-vis de toutes les puissances et surtout l'idée fixée de se défendre par soi-même en faisant appel le moins possible à l'autorité, ce sont là des traits saillants des deux peuples que nous comparons : les Lillois du XII.e siècle et les Américains du XIX.e. L'arsin, lui-même, cette expédition dans laquelle les bourgeois de Lille allaient, magistrats en tête, incendier les biens de ceux qui avaient molesté un des leurs, l'arsin ne ressemble-t-il pas à ces exécutions populaires dont les villes des Etats-Unis sont souvent le théâtre.

Nos historiens modernes, M. Derode entre autres, ont donc tort de s'étonner en rencontrant tant de prospérité à côté de tant de troubles. Ils peignent d'abord nos bourgeois sans cesse en guerre contre les seigneurs voisins, contre les communes voisines ; ils montrent ensuite dans l'intérieur même des murs les rivalités de corporations, les haines de famille se vidant journellement par les armes, puis ils se demandent comment dans de pareils désordres la cité pouvait croître en richesses, en industrie, en développement intellectuel et artistique. Sans doute cela doit bien surprendre notre vieille bourgeoisie qui s'effraie de quelques rumeurs dans la rue, mais l'historien ne doit pas s'étonner d'un tel spectacle : Corinthe, Sicyone et Carthage, dans l'antiquité, Amalfi, Venise et Gênes, dans les temps modernes, ont grandi au sein des luttes des partis et des révolutions. Gand, Bruges, Liége, ont été les premières villes du nord de l'Europe pendant les six siècles qui ont vu leurs révoltes continuelles ;

depuis deux siècles qu'elles jouissent du repos, à quel point ne sont-elles pas déchues ?

Il n'en peut être autrement. Ce sont les grands caractères qui font les grands états. Quand pour fonder une industrie, pour étendre son action, pour défendre ses libertés, un citoyen sait qu'il ne doit trouver de ressources qu'en lui-même, il sent et reconnaît sa valeur personnelle, il comprend comment il faut la faire respecter. Il n'hésite plus dès-lors à exposer chaque jour son établissement, sa personne et sa vie. Rien d'étonnant que dans de telles conditions, ses facultés croissent et se développent, et qu'il fasse prospérer l'œuvre à laquelle il les a vouées.

Cette vigueur de caractère que nous trouvons aux premiers Lillois, ils la doivent en grande partie, nous pouvons le dire, à l'enseignement philosophique de ces temps. Elevés dans un milieu d'idées larges et supérieures, habitués à rechercher avec indépendance la raison des choses, n'entendant dans les écoles et les sermons que de grandes pensées, les hommes s'habituèrent à considérer sérieusement l'œuvre de la vie humaine, à mettre les sentiments au-dessus des intérêts, les satisfactions de l'âme au-dessus des jouissances du corps. C'est là le premier et le plus précieux résultat que l'on peut constater dans l'histoire de l'enseignement à Lille. Malheureusement les Chanoines de Saint-Pierre paraissent être bientôt tombés dans l'indolence et le repos. D'autres institutions en profitèrent pour leur susciter de puissantes rivalités.

Les ordres mendiants, qui parurent ici dès le XIII.e siècle, agirent sur les hommes par leurs prédications et leurs instructions avant de songer à l'éducation de la jeunesse. Les Dominicains eurent à Lille beaucoup plus d'influence que les Franciscains ; ils transformèrent les mœurs de la population comme le dit un de nos historiens (Buzelin).

Ce qui frappe dans leurs leçons, leurs ouvrages, leurs sermons, c'est une grande différence entre leurs préoccupations et celles de la période précédente. On trouvait dans les Chanoines de la Collégiale un essor vigoureux de la raison humaine, le goût des problèmes les plus élevés, les recherches originales ou bien l'étude des textes pro-

fonds de l'ancien et du nouveau Testament, ainsi que la discussion des hérésies sur le terrain philosophique. Désormais, plus d'œuvres nouvelles, mais des commentaires, souvent même comme on le verra, des commentaires sur d'autres commentaires, puis, contre les hérésies, des dissertations de second ordre où les premiers principes ne sont plus franchement abordés. Enfin une masse innombrable de traités sur la dévotion pratique, un mysticisme restreint dans les limites de telle cérémonie. On ne saurait énumérer, par exemple, combien de livres le Rosaire leur inspira.

En même temps on voit apparaître le caractère propre de cet institut. L'abbé Lacordaire, dans sa *vie de Saint-Dominique*, s'élève avec indignation contre ceux qui ont osé représenter le fondateur de son ordre comme ayant été également le fondateur de l'inquisition. C'est en effet une matière historique fort sujette à contestation; mais ce que ne remarque pas le grand orateur contemporain, c'est que cette prétendue calomnie a été répandue dans le monde, surtout par les Dominicains. En sorte que cet ordre revendiquait encore au dernier siècle comme un titre de gloire ce qu'il repousse aujourd'hui comme une imputation injurieuse. Dans une assez bonne histoire manuscrite du couvent de Lille, écrite au XVIII.e siècle, par l'un de ses membres (le R. P. Cousin), et conservée dans la bibliothèque de notre ville, se trouvent ces mots : « Un des emplois qui a toujours été « considéré depuis le glorieux patriarche Saint-Dominique comme « le plus important à l'Eglise, et *dont il a été l'auteur*, est l'inqui- « sition de la foi. »

Toujours est-il que le nom des Franciscains (Cordeliers), et surtout celui des Dominicains se trouve mêlé activement à presque toutes les persécutions qui eurent lieu dans nos pays du XIV.e au XVII.e siècle

Les poursuites pour hérésie et sorcellerie remplissent cette période. Quelques années à peine avant l'apparition des ouvrages de Descartes, un Dominicain de ce couvent, docteur en théologie, le R. P. Domptius, faisait condamner des sorcières à la suite d'un procès qui est un monument d'ineptie (Voyez ce récit dans les *Archives du Nord*

de la France, 1.re série, tome I., p. 154 : Exorcisme des Brigittines de Lille).

Il nous suffit aujourd'hui de comparer la grandeur du mouvement de 1789 à la petitesse du Directoire pour constater quel abaissement a amené en France une terreur de dix-huit mois concentrée dans quatre ou cinq villes. Nous pouvons par là nous imaginer ce qu'a dû produire une terreur de trois siècles, ayant la torture pour auxiliaire, et répandue sur toute la surface de l'Europe.

Ainsi, tandis que l'enseignement de la Collégiale tendait à pousser les intelligences dans la voie des recherches indépendantes et des études approfondies, les Dominicains mus par des tendances opposées, semblaient ne chercher qu'à retenir l'essor des esprits; d'une part, en les pliant, ou à des pratiques étroites, ou à des commentaires de doctrines strictement déterminées; de l'autre, en les contraignant par la crainte des châtiments.

Sous cette action, on vit les caractères s'amoindrir. Lille aussi perdit de sa puissance. Elle, qui promettait d'être la première cité du nord, se laissa devancer par beaucoup d'autres. Quand elle vit déchoir son industrie propre de la draperie, elle ne trouva pas en elle-même les ressources nécessaires pour se relever et ne dut son salut qu'à des réfugiés, aux Sayeteurs, qui lui arrivèrent d'Arras, aux Bourgeteurs, qui lui vinrent de Bourges.

Elle reçut bien les développements que le cours du temps et l'activité industrieuse de ses habitants devaient lui assurer, mais elle ne tint rien de cette grandeur que promettaient ses débuts. Toute fière d'être souvent le siége de la cour de Bourgogne, elle s'endetta pour de vaines solennités, des dons sans résultats, des satisfactions de vanité. Au lieu de faire ses propres affaires, elle prit l'habitude de se laisser diriger. Au lieu de prendre part dans tout ce qui s'agitait autour d'elle, comme elle le faisait dans la période précédente, elle ne songea plus qu'à se soustraire à l'action de ce qui l'environnait, à séparer ses intérêts de tous autres, prudence malheureuse du chacun chez soi, qui subsiste encore de nos jours. Enfin, elle ne comprit pas l'in-

térêt et la vertu qu'il y avait alors à se vouer à de grandes nationalités.

Aussi, plus d'œuvres originales comme celles que nous avons signalées précédemment. Le seul auteur éminent de cette époque, Philippe de Comines, professe des principes que l'honnêteté réprouve. Tout le reste disparaît dans l'éclat de la cour de Bourgogne, où le duc avait, dit-on, à côté de son fou, un philosophe qui ne lui coûtait pas plus cher.

M. Derode, qui a très-bien signalé les caractères de cette décadence, l'attribue aux droits fiscaux qui ont interdit l'usage du vin et amené l'abus de la bière. Ce serait une bien petite cause pour un bien grand effet. Les idées que l'entendement reçoit ont, suivant nous, une action bien plus sérieuse que les aliments dont se nourrit le corps.

Cependant un esprit nouveau régnait dans le monde. Depuis un siècle ou deux le retour vers l'antiquité, qu'on appelait si heureusement la Renaissance, avait fait connaître aux nouvelles générations les grands modèles de la Grèce et de Rome, avec leur fond si riche et leur forme si séduisante. L'étude des lettres anciennes avait été puissamment secondée à Lille. La collégiale avait fait des sacrifices considérables pour s'attacher des professeurs éminents, amis d'Erasme et de Despautère. Dans nos murs s'était établie la Société de Jésus, que décrièrent des coteries rivales, mais qui eut chez nous le grand mérite de ne point se mêler aux persécutions sanglantes et de substituer aux études scholastiques dégénérées les belles études classiques.

L'enseignement des auteurs grecs et latins, qui, à première vue, semble purement grammatical et littéraire, eut une grande portée philosophique. La plupart des écrivains de l'antiquité sont pleins de pensées élevées, de réflexions profondes. Les intelligences se retrouvaient donc dans un milieu intelligent et distingué. Il suffit de voir combien les plaidoyers, les traités scientifiques, les œuvres de toute nature, les moindres écrits du XVII et du XVIII.e siècle, sont remplis de citations, pour comprendre dans quelle familiarité vivaient nos pères avec les plus grands génies de l'antiquité.

Ces études sérieuses, le mouvement de la Réforme, les querelles

du Jansénisme, les rêveries mêmes de nos mystiques, ramenèrent les esprits aux recherches indépendantes. La domination française multiplia les rapports de Lille avec Paris, et les progrès du temps les rendirent plus faciles. Dès lors les nouvelles écoles firent de sensibles progrès. Le portrait de Descartes fut placé dans la Bibliothèque de la Collégiale de Saint-Pierre, et l'on ne pouvait honorer ainsi l'homme sans partager quelque peu ses doctrines. Les Encyclopédistes eux-mêmes eurent ici de nombreux et chauds défenseurs.

Avec les esprits les caractères reprirent leur essor. L'industrie fit de notables progrès ; la ville reçut de grands accroissements, et les citoyens s'intéressèrent aux affaires publiques. Si dans les lettres et dans les arts ils ne produisirent pas d'œuvres remarquables, ils accueillirent au moins avec empressement tout ce que la France produisait de grand.

Vis-à-vis de la prudence modérée qui faisait depuis plusieurs siècles le caractère de nos compatriotes, on vit reparaître l'ardeur de la vieille race lilloise. Ces deux éléments se trouvèrent directement en lutte lors du bombardement de 1792, comme on peut le voir par la correspondance et les inquiétudes du ministre Roland. L'énergie triompha pour la gloire de notre pays.

Nous ne pousserons pas plus loin notre étude. Ce qui précède a dû suffire pour montrer quelle influence décisive les idées abstraites peuvent exercer sur les mœurs. Après avoir indiqué l'utilité de ce travail, nous allons en tracer le plan général. Nous en traiterons ensuite, comme spécimen, quelques fragments.

PROGRAMME

D'UNE HISTOIRE DE L'ENSEIGNEMENT PHILOSOPHIQUE A LILLE.

INTRODUCTION. Considérations générales. — But de ce travail. — (Voir ci-dessus.)

PREMIÈRE PÉRIODE. Comprenant le temps écoulé depuis la fondation de la Collégiale de Saint-Pierre (1047-1066) jusqu'à l'arrivée des Ordres mendiants à Lille (1224-1225).

Fondation de la Collégiale. — Organisation de l'enseignement philosophique. — L'écolâtre, origine, date et nature de cette fonction. — Rivalité de l'école de Lille et de l'école de Tournai. Les professeurs : maître Rainbert, maître Odon d'Orléans, depuis évêque de Cambrai. Les doctrines : examen de leurs systèmes et de leurs ouvrages. (Voir ci-après.) Visite de saint Bernard (1138) et de saint Thomas de Cantorbéry (1168). Jean de Salisbury accompagnait-il ce dernier? — Suite de l'enseignement de la Collégiale après le sac et l'incendie de Lille par Philippe-Auguste (1214). — Recherches sur les noms et les titres des professeurs. — Etudes sur les élèves les plus célèbres sortis de cette école : Gauthier de Châtillon et Alain de Lille. — Examen au point de vue philosophique des œuvres des trouvères lillois, du nouveau roman du Renard, etc., etc., etc.

DEUXIÈME PÉRIODE. Comprenant le temps écoulé entre l'arrivée des Ordres mendiants (1224-1225) et l'établissement de la Compagnie de Jésus à Lille (1589-1592).

Arrivée des Dominicains et des Franciscains; fondation et réforme de ces couvents. — Organisation de l'enseignement philosophique dans l'intérieur de la communauté dominicaine et enseignement public omis par les historiens lillois ; quelques notions sur la suite des professeurs : Everard de Clèves, Jean Lancelle, Armand Fremaux, Pierre Clerici, De Beauffremetz, Sarrazin, Jean Walter, Jean Renare, etc., etc.—Dominicains adonnés à l'étude de la philosophie en dehors

de l'enseignement : Alain de la Roche, son discours inaugural sur le troisième livre du *Maître des Sentences;* Nicolas Jacques ou Jacquerie, sa polémique contre les Hussites ; Michel Francisci, confesseur et conseiller de Philippe-le-Beau ; Jean de Angulo, Jean Norhart, Jacques Faber, etc., etc. — Les Franciscains ont-ils eu un enseignement? Recherches sur Pierre de Lille (doctor notabilis) et sur le professeur Pierre Faber. Ses commentaires sur saint Thomas et Cajetan. — Enseignement de la Collégiale pendant cette période. Modifications dans l'organisation. Quelques professeurs : Jean de le Conte, Nicolas Rebbe, Jean Lactens, etc., etc.: Etudes sur les chanoines qui, sans se vouer à l'enseignement, se sont occupés de philosophie : le prévôt Jean de Montreuil, ses rapports avec Nicolas de Clemangis et la réaction nominaliste, sa correspondance ; Clemangis lui-même, fut-il chanoine de la Collégiale et y fit-il quelque résidence? Jean Vandeville, Jean Capel, Jean de Laen, etc., etc.—Travaux des sociétés littéraires : Le Puy, etc., etc. — Résumé : Les écoles lilloises ont-elles suivi le mouvement de l'Université de Paris depuis saint Thomas et Duns Scot jusqu'à Charpentier et Ramus. — Action des Dominicains et des Franciscains dans les procès d'hérésie et de sorcellerie.—La réforme a-t-elle eu quelque influence sur l'étude de la philosophie en Flandre?

TROISIÈME PÉRIODE. Comprenant le temps écoulé entre l'établissement de la Compagnie de Jésus (1589-1592) et la fermeture des colléges de la ville (1793-1794).

Traité du magistrat avec la Collégiale pour être autorisé à ouvrir des colléges municipaux (1535) Premiers essais. Etablissement de la rue des Malades : le célèbre médecin-poète Sylvius. —Venue des Jésuites. Fondation et agrandissement de leur collége. Organisation de l'enseignement philosophique. Epoques diverses pendant lesquelles il a eu lieu, pendant lesquelles il a été suspendu. Suite des professeurs. Etudes sur les Jésuites appartenant au couvent de Lille, qui se sont occupés de philosophie sans l'enseigner dans notre ville : Jean Cuvillon, ses travaux ; Ant. Laubegeois, Ant. de Balinghem, A. Leroy, Fr. Leroy, Fr. Jacobs, P. Wauthier, Ch. Bridoul, Pennequin, P. Taffin, Fr. Defourmestraux; J.-B. Taverne, ses travaux ; Fr. Bellegambe. Date précise de la fermeture du collége des Jésuites, après l'arrêt qui prononça leur expulsion. Collége de la ville qui le remplaça. Organisation et surveillance de l'enseignement.—La Col-

légiale de Saint-Pierre. Modifications nouvelles dans l'organisation de l'enseignement. Suite des écolâtres jusqu'à la révolution. Fondation du collège (1556). Démêlés avec l'autorité municipale à ce sujet. Décisions de l'autorité supérieure. Le collége de Saint-Pierre eut-il un enseignement philosophique? Suite des professeurs qui enseignèrent la philosophie dans l'intérieur de la Collégiale pendant cette période : entr'autres, le dominicain Godin. Bourses à Paris et à Louvain pour les études supérieures. Etudes sur les chanoines qui ont étudié ou professé la philosophie hors des chaires de la Collégiale : J. Six, Jacq. Hugues, Ch. Carnin, Guil. Gifford, L. Mersmann, L. Boudart, Montlinot, etc., etc. Séjour de Fénelon à Lille. — Enseignement philosophique non public dans l'intérieur de divers couvents : dominicains, franciscains, etc. — Recherches sur les religieux qui, sans enseigner à Lille, se sont occupés de philosophie : Dominicains : Fr. Dooms, ses opinions sur la sorcellerie ; Fr. Choquet, son enseignement à Louvain et à Douai, ses commentaires sur la logique d'Aristote ; H. Schellens, Ange Hennotelle, P. Hollebecque, H. Boussemart, Raym. de Ladessous, Ph. Leroy, Desruelles, G. de la Haye, P.-J. Roussel, R. Lagache, Richard, etc., etc. Franciscains : J. Gheri, Jean de la Cambe, dit Gantois, etc., etc. Augustins : Henri Dehines, Fr. Farvaques, sa méthode ; Mich. Verdière, etc., etc. Minimes : Hubert de Francia, J.-L. Cuppré, etc., etc. Carmes : Fr. de Bonne-Espérance, son commentaire d'Aristote et ses autres ouvrages ; Ch. de Brias ou de l'Assomption, son interprétation des doctrines thomistes, ses démêlés avec l'autorité ecclésiastique. Séculiers qui ont traité des questions philosophiques : Ch. Benthin, Fr. Desqueux. Laïques : G Laurin, M. de Montmorency, Noel Bridoul, Ant. Lepipre de Bailleul, Fr. Woutié, Guil. de Hauport, G. d'Halluin, A.-J. Panckouke, Mathon, A.-A. Feutry.—Travaux de diverses sociétés littéraires, entr'autres, des Philalèthes comme loge maçonnique et comme société savante. — Appendice : Etat de l'enseignement supérieur à Lille : Colléges de Saint-Pierre, de la ville et des Jésuites, des Augustins, des Hibernois ; le séminaire de la rue d'Angleterre (hôtel de Tournai) et celui de la rue des Carmes qui n'exista que quelques années. Comparaison avec Douai. — Résumé : Renaissance des lettres. — Latinistes et hellénistes distingués enseignant à la Collégiale et à la société de Jésus. — Action des études classiques. — Le cartésianisme a-t-il laissé des traces à Lille? — Le jansénisme s'y est-il mêlé de philo-

sophie comme chez Arnault, Nicole, etc., etc. — Influence du mysticisme : Jeanne de Cambry et Antoinette Bourignon. — Les encyclopédistes à Lille. Voyage de Voltaire ; ses disciples. Polémiques diverses de Feutry, le R. P. Richard, le chanoine Montlinot, etc., etc.

QUATRIÈME PÉRIODE. Comprenant le temps écoulé depuis la réouverture des colléges (1793-1795) jusqu'à nos jours.

Organisation des divers établissements successifs d'instruction secondaire. Ecole centrale, collége, lycée. Enseignement philosophique. Rétablissement de la chaire. Suite des professeurs. Établissements libres d'instruction secondaire à Lille et aux environs. Lesquels enseignèrent la philosophie? — Sociétés savantes; leurs travaux. — Conférences ecclésiastiques et prédications. — Conférences de l'Association lilloise. — Conférences de la loge maçonnique la Fidélité. — Études sur les écrivains qui se sont occupés de philosophie : Fourmantel, Bottin, Villeneuve-Bargemont, Gachet, Derode, l'abbé Maes, etc., etc. — Revues et recueils périodiques. — Résumé de cette période : La philosophie s'y enseigne bien plus par les livres que par les leçons des professeurs. — L'école de l'empire, la réaction catholique, l'éclectisme, les théories sociales.

HISTOIRE

DE LA RIVALITÉ PHILOSOPHIQUE DE L'ÉCOLE DE LILLE ET DE L'ÉCOLE DE TOURNAI AU XI.e SIÈCLE.

(Premier fragment d'une esquisse de l'histoire de l'enseignement philosophique à Lille.)

La collégiale de St.Pierre (1) était à peine fondée de trente ans, qu'on y trouve un enseignement philosophique très-florissant, sous la direction d'un professeur remarquable, nommé Rainbert (2).

L'histoire de Lille ne nous fournit à cet égard aucun renseignement. C'est l'histoire de Tournai qui, seule, nous offre quelque lumière.

L'école de cette dernière ville était beaucoup plus ancienne que celle de la collégiale, car on sait que les libéralités de Chilpéric mirent l'église cathédrale de Tournai à même de se constituer fortement, et comme puissance cléricale et comme instruction. Elle avait donc déjà reçu bien des développements quand, en 1086 ou 1087, les chanoines appelèrent un professeur qui jeta sur elle le plus grand éclat.

Bien qu'étranger à Lille, il mérite ici une ample mention, puisqu'il fut l'âme de la rivalité philosophique qui s'éleva entre la ville voisine et la nôtre. En outre, sa vie est curieuse à étudier ; elle nous est restée fort détaillée et peut donner mieux que toute autre la peinture

(1) Voir pour cette institution, outre ce que les différents chroniqueurs ou écrivains lillois en rapportent, une notice spéciale écrite avec beaucoup de goût, sous ce titre : *Essai historique de la collégiale de Saint-Pierre. Lille, Lefort*, 1850. *in-8.°* Du reste, une monographie complète, d'après les sources, est encore à faire. Conf. la notice de M. Le Glay dans ce présent volume.

(2) Rambertus ou Rainbertus. Montlinot, Hist. de Lille, et l'Hist. litt. de France vol. VII, p. 131 et 137, lui donnent le titre d'écolâtre, bien que cette fonction paraisse n'avoir été créée que plus tard.

de ce qu'était à cette époque l'existence d'un homme dévoué aux études philosophiques. Les renseignements biographiques manquent au contraire pour les savants dont nous aurons à parler ensuite.

Odon (1) était né à Orléans d'une famille noble. La poésie fut la pre-

---

(1) Odo, magister Odo.

Il existe une lettre d'Yves de Chartres, adressée à un Odon qui doit être celui-ci, car Yves n'est mort qu'en 1167. Du reste, elle est sans intérêt. Voyez : *Ivonis carnutensis epistolæ*, publiées plusieurs fois.

Pour la biographie d'Odon, on peut consulter : *Molanus, natales sancti Belgii.* — *Raisse, auctuarium ad natales.* — *Raisse, Belgica christiana.* — *Gallia christiana.* Vol. III. — Mabillon, *Annales ordinis sancti Benedicti.* — Histoire litt. de France, vol. 9, p. 583. Article attribué à Don Rivet.—Le Glay. *Camerac. christ.* Introduction, p. XXXI.

Tous ces auteurs ont puisé dans une lettre d'Amand d'Anchin, dont nous parlerons ci-après, et plus encore dans la chronique intitulée : *Narratio restaurationis abbatiæ s. Martini tornacensis ordin. s. Benedict.*

Cette chronique est due à un moine du nom d'Herimann, qui fut le troisième abbé de ce même couvent de St.-Martin, rétabli par Odon. C'était un homme de tête et de savoir, qui fut chargé de missions importantes. Il était né en 1091. On ne sait ce qu'il devint à partir de 1147, époque à laquelle il était parti pour la croisade. Il avait donné, en 1137, sa démission d'abbé de St.-Martin, pour cause de maladie et aussi d'incapacité, si l'on en croit le récit d'Hugues, abbé de Marchiennes, ancien prieur de St.-Martin. (Voyez anecdot. de Martenne et Durand. Tom. 3, p. 1720.)

Dans la préface de sa chronique, Herimann nous apprend qu'il l'a composée pendant les loisirs d'un séjour à Rome. L'histoire contemporaine rapporte que c'était la seconde mission qu'il remplissait en cette ville. Elle avait pour objet d'obtenir du pape Innocent II (1130-1143), l'ordre de faire sacrer Absalon, abbé de St.-Amand, élu évêque de Tournai, ce que n'osait faire l'archevêque de Rheims, craignant la vengeance du comte de Vermandois, parent de l'évêque de Noyon, auquel avait été attribué, par réunion, le siége de Tournai.

La chronique d'Herimann est très-intéressante et bien écrite; c'est, à notre avis, l'un des meilleurs tableaux de ce temps agité. Elle avait été traduite en français par Ch. Leroy, prieur du même couvent (Sanderus bib. manusc. belg. part. I, p. 128). Le texte latin est inséré en partie dans les *acta sanctorum* des Bollandistes, à la suite de la vie de St.-Vaudru ; en totalité, dans le *spicilegium sive collectio veterum aliquot scriptorum qui in Galliæ bibliothecis delituerant*, de D. Luc d'Achery. XIIe vol. de la première édition, p. 858 et IIe de la seconde, p. 888. Il la tenait d'un Carme déchaussé, nommé Ignace de Saint-Antoine, de la famille de Robec.

mière de ses préoccupations, il publia divers poèmes fort estimés. (1) Dans ses ouvrages les plus sérieux, il cite les Bucoliques, l'Art poétique. Ensuite il se voua à l'enseignement et passa plusieurs années à Toul (2) dans ces fonctions qu'il remplit avec tant d'éclat, qu'il se rendit célèbre au loin sous le nom populaire de maître Oudart (3). Ce fut alors que les chanoines de Notre-Dame de Tournai (4) l'appelèrent à eux pour le mettre à la tête de leur école. Ils lui donnèrent le titre d'écolâtre, ce qui prouve que cette fonction exista beaucoup plus tôt à Tournai qu'à Lille (5).

Odon fit tellement prospérer cet établissement, que l'on y compta plus de deux cents élèves attirés par la réputation de son savoir et de son talent; quelques-uns même arrivaient de pays éloignés, tels que la Saxe et l'Italie. Il dirigea ainsi les études pendant cinq ans, enseigna les sept arts libéraux (6), particulièrement l'astronomie, dans laquelle il était très-versé; puis la dialectique, dont nous allons parler.

Un jour, un de ses élèves lui procura le traité du *Libre arbitre* de Saint-Augustin. Odon le mit avec ses autres livres; mais peu après arrivé, dans ses cours, à l'explication de cette matière, sur le quatrième livre de Boèce, il voulut consulter l'ouvrage dont il se trouvait propriétaire. Il fut d'abord frappé de la mâle et chaude éloquence du père de l'Eglise, puis, touché au dernier point des reproches adressés par

---

(1) On en trouvera plus bas les titres. Godefroy, scholastique de Rheims, mort en 1095, a publié à la louange d'Odon, un poème : *Somnium Odonis*, dont Mabillon, *Ann. ord sancti Ben.*, tome V, a reproduit quelques vers, chap. LXVIII, N.° LXIII.

(2) Mabillon. *Ann. ord. sancti Ben.*; chap. LXXI, N.° LXXXIX, dit tout-à-coup qu'Odon avait enseigné à Metz (mettensi schola). Est-ce une erreur, faut-il lire : *tullensi ?*

(3) *Magister Odoardus, Odoardus*. Chronique d'Herimann.

(4) *Beatæ Mariæ tornacensis*.

(5) On trouve, en effet, cette signature : *Odo scholasticus*, sur une lettre de l'évêque Radbod, insérée dans *Miræus, opera diplomatic.*, tome II, supp *pars sec.* p. 956.

(6) *Trivium* : Grammaire, rhétorique, logique. — *Quadrivium* : Arithmétique, géométrie, musique, astronomie.

lui à ceux qui sacrifient leur salut aux préoccupations de ce monde. Odon se repentit d'avoir donné tant de temps aux études profanes, négligea son enseignement pour se livrer à des prières, à des œuvres religieuses, à des macérations de toute nature, qui eurent bientôt réduit son corps à l'aspect le plus triste, ne mangeant en un jour que ce que sa main pouvait contenir de pain. Enfin, il résolut de se vouer tout entier à la vie monastique. Ces circonstances tout-à-fait caractéristiques se retrouvent assez souvent en ce temps.

Il y avait eu jadis près de Tournai une abbaye dédiée à St. Martin. Elle avait été détruite, disait-on, par les Vandales.

Odon et quelques élèves qu'il avait entraînés dans sa conversion, résolurent de la relever. L'évêque et des particuliers leur remirent quelques biens qui en restaient. Mais un plus grand nombre de terres avaient été distribuées par Ida, épouse de Théodore d'Avesnes, à ses serfs (1) qui les cultivaient. Son mari l'en avait repris, et Ida elle-même, nous dit le chroniqueur, sentit et pleura souvent, depuis, la faute qu'elle avait commise en disposant ainsi des biens du grand saint Martin. Car ce fut l'occasion de beaucoup de violences, lorsqu'il s'agit de déposséder ces pauvres paysans !

Le 7 mai 1092, Odon et les siens furent processionnellement intallés dans ces ruines. Quelque temps après, ils adoptèrent l'ordre de Saint-Benoît.

Nommé abbé en 1095, l'ancien professeur tout en faisant régner l'ordre et en administrant sagement son couvent, s'attacha surtout à y faire copier tous les ouvrages pieux qu'il pouvait se procurer. La bibliothèque de Saint-Martin devint bientôt célèbre, et l'on tint ses manuscrits pour les plus corrects que l'on connût (2).

---

(1) *Rusticis* : Chronique d'Herimann.

(2) A la fin de plusieurs de ses traités, notamment de son exposition du canon de la messe et dans tout son canon des évangiles, se trouvent des recommandations utiles pour les copistes et qui montrent les préoccupations ordinaires de l'auteur.

Parmi les ouvrages faits sous sa direction, on cite surtout le *Tetraple du pseautier*

Odon, cependant, ne s'était pas tellement voué à la retraite, qu'il n'acceptât (1105), treize ans après son entrée à Saint-Martin, et non après avoir été treize ans abbé, comme le dit l'histoire littéraire de France, les fonctions d'évêque de Cambrai (1). Ce siége était occupé alors par un certain Gualcher, qui avait été nommé à prix d'argent, dit-on, par l'anti-pape Guibert appuyé de l'empereur d'Allemagne. C'était le moment des luttes entre Henri IV et le souverain pontife, Pascal II.

Odon fut plus d'un an avant de pouvoir entrer à Cambrai et remplir entièrement ses fonctions épiscopales. Enfin, le fils d'Henri IV ayant combattu et détrôné son père à l'instigation du pape (c'est du moins

(1105), qui fut longtemps conservé, et d'après lequel Lindanus, évêque de Ruremonde, fit ses corrections estimées.

Des moines du nom de Siger, Aluffe, Godefroy, Gislebert compilèrent et transcrivirent également les ouvrages suivants, dont nous donnons la liste pour indiquer ce qu'était à cette époque la bibliothèque d'un savant : les Commentaires moraux de St.-Grégoire sur le livre de Job (moralia beati Gregorii super Job); une histoire qui comprenait les paraboles de Salomon, les prophéties, les actes et les épîtres (historia optima, quæ a parabolis Salomonis incipiens, omnes prophetas et apostolorum actus atque epistolas continet); un missel (missale); le texte des évangiles (textus evangeliorum); le traité de la cité de Dieu et le manuel de saint Augustin (Augustinus de civitate Dei et enchiridion ejus) : deux livres sur les lectures (lectiones) des fêtes et des dimanches; les commentaires de St. Jérôme sur les prophètes; tout ce qu'on avait pu trouver de St. Grégoire, St. Augustin, St. Ambroise, Isidore de Séville, Beda, et enfin, parmi les plus récents, un seul de saint Anselme. Nous extrayons ces renseignements de diverses sources, telles que *Miræus*, d'après Banderus; Valère-André, dans sa *Bibliotheca belgica;* G. Cave, dans sa *Bibliotheca sancta*. M. Lescouvet (de l'Instruction publique en Belgique, inséré dans le *Messager des Sciences historiques en Belgique*. Gand, vol. XXIII) rapporte que d'après la chronique de Gilles le Muisis, Vincent de Beauvais, quand il composa son célèbre et vaste *speculum*, obtint du roi l'autorisation de visiter toutes les bibliothèques et admira celle de St.-Martin. Elle resta célèbre jusqu'à la révolution. Les manuscrits paraissent avoir été achetés par l'ancien prieur, qui les vendit à M. Dinaux, et en partie par sir Ph. Philipps, qui les transporta à Middlehill. Voyez Haenel., 875, et Le Glay, Bibliothèques du département du Nord, dans ces mêmes Mémoires de la Société des sciences de Lille. Vol. 17 (1839, deuxième partie.)

(1) Possevin (apparatus sacer) a prétendu faire deux hommes différents du savant orléanais et de l'évêque de Cambrai. Labbe a réfuté cette erreur. (Bibliothèque ecclésiastique.)

ce qu'avance le pieux abbé qui nous apprend ces faits (1), Gualcher se retira et Odon le remplaça. Mais on sait qu'Henri V ne resta pas longtemps d'accord avec la cour de Rome. Il voulut, entr'autres actes d'hostilité, exiger d'Odon le renouvellement de l'investiture. Celui-ci s'y refusa, vers 1110 suppose-t-on, et fut frappé d'exil (2). Il se retira dans la célèbre abbaye d'Anchin, avec laquelle il avait toujours eu de sympathiques relations.

Enfin, il paraît être retourné à Cambrai, y avoir été bientôt atteint de maladie grave et être revenu mourir à Anchin, le 12 juillet 1113, ou plutôt le 10 juin, comme le dit M. Le Glay (3).

On connaît maintenant, autant qu'il est possible, avec les sources restreintes dont l'histoire peut disposer, les écoles et les hommes entre lesquels éclata la rivalité dont nous avons à rendre compte. Mais pour bien l'apprécier, il faut se rappeler quel était alors l'état de la philosophie.

La décadence du monde romain et surtout les invasions des bar-

---

(1) Interea callidus papa Henricum adolescentem filium Henrici imperatoris litteris adversus patrem concitat, et, ut Ecclesiæ auxilietur, admonet; ille regni cupidus et gaudens se competentem occasionem ex apostolica auctoritate invenisse contra patrem ferociter armatur.

(2) Voici comment il s'en explique lui-même dans le prologue d'un de ses livres : *De blasphemia in Spiritu Sancto : quod virgam et annulum, quæ consecratus ab Ecclesia acceperam, dono imperatoris iterum accipere non acquiescebam.*

(3) Cameracum christianum.

Un moine de l'abbaye d'Anchin, du nom d'Amand Duchâtel, qui était entré à St.-Martin en 1095, puis était passé à Anchin, dont il devint prieur, et plus tard à Marchiennes, dont il fut abbé (1120), ami d'Odon et auquel est dédié le *De blasphemia,* fut chargé par son abbé d'annoncer la mort de l'évêque et de faire son éloge.

Cette lettre encyclique, écrite avec talent, bien qu'avec emphase, nous a été conservée. Elle figure dans les *anecdota* de Martenne et Durand. Admonitio prævia, placée en tête de leur nouvelle édition de l'*Homélie du fermier infidèle* et aussi dans la Belg. Christ. de Raisse, et enfin dans les Bollandistes, *acta sanct. junii*. Tome III, p. 910.

François La Barre, prieur d'Anchin, auteur d'une immense histoire manuscrite, dont parlent les Bollandistes, considère Odon comme un saint, mais les autres hagiographes ne l'appellent que bienheureux.

bares avaient presqu'anéanti les études. L'ignorance était devenue à peu près universelle, et c'est à peine si quelques couvents, préservés par leur position ou par les circonstances, avaient conservé des vestiges de l'instruction. Les efforts de Charlemagne et d'Alfred avaient été arrêtés par les événements politiques et par cette étrange stupeur qu'inspirait la venue de l'an mil, considéré comme devant être la fin du monde. Ce terme fatal passé, tout tend à renaître : lettres, sciences, architecture, philosophie et caractères.

Bérenger de Tours, Lanfranc, Pierre Damien, St. Anselme de Cantorbéry, Hildebert de Tours annoncent ce mouvement grandiose d'où va sortir la scholastique.

On sait que parmi tous ces grands esprits, Roscelin de Compiègne (1) prit un rôle à part, ou du moins vulgarisa et développa ce que peu d'hommes avaient osé dire et penser (2). Il prétendit que nos idées générales (universaux, ainsi qu'on disait alors) ne correspondent point à des réalités extérieures, mais ne sont que de simples généralisations, propres à faciliter le langage, de purs mots *(flatus vocis)*. Ainsi, pour lui, la couleur n'était rien par elle-même en dehors du corps coloré. Il exposait ces idées avec simplicité, élégance, d'une allure dégagée, fort contraire à l'esprit dogmatique qui était alors en vigueur, et cherchait à consacrer cette discussion rapide, claire, animée, dont Abeilard donna bientôt de si beaux exemples.

Les esprits furent éblouis et inclinèrent de ce côté. St. Anselme, lui-même, le profond philosophe, le pieux abbé du Bec, accueillit favorablement ces essais, ainsi que l'indique un résumé fait par lui des théories de Roscelin (1089). Plus tard, effrayé de voir jusqu'où les novateurs prétendaient pousser les conséquences de ce système,

---

(1) Je ne sais pourquoi M. Derode (Hist. de Lille) et d'autres avant lui, ont fait Roscelin chanoine de St.-Pierre, et l'ont même fait naître à Lille. Cette erreur, qui provient sans doute d'une confusion avec Rainbert, n'est fondée sur aucun détail de la biographie de Roscelin.

(2) Voir dans M. Haureau : *de la philosophie scholastique*, une excellente étude des origines du nominalisme.

il s'en éloigna, l'accabla de ses critiques et prétendit qu'il n'avait eu d'autre but, en résumant les idées de Roscelin, que d'en rendre la réfutation plus facile.

Rainbert, le professeur de la collégiale, partageait les doctrines du maître de Compiègne et enseignait à la même époque. En effet Roscelin, comme l'a constaté M. Cousin (1), a dû tenir école vers 1089. Rainbert luttait avec Odon, qui fut écolâtre de Tournai, ainsi que nous l'avons dit, de 1087 à 1092. Ces deux nominalistes sont donc du même temps, et M. Rousselot (2) a été trop affirmatif quand il a fait le second antérieur au premier. Au contraire, il a grande raison quand rectifiant une erreur de M. Cousin (3), il montre l'antériorité du réaliste Odon sur le réaliste Guillaume de Champeaux. Ces rapprochements de date sont utiles pour montrer que nos deux villes voisines furent des premières dans le mouvement philosophique.

Odon enseignait des doctrines toutes différentes qui durent encore se prononcer davantage après que St.-Anselme, pour lequel il témoignait un grand respect, eut signalé l'hétérodoxie de Roscelin, et demandé qu'on l'exclût du nombre des philosophes (4).

Voici maintenant, d'après les chroniqueurs, les points qui divisaient ces écoles voisines :

D'abord la question des universaux, que nous venons d'indiquer. C'est à savoir si les idées générales répondent à des réalités extérieures. M. Cousin (5) veut voir la filiation de cette difficulté dans un

---

(1) Introduction aux ouvrages inédits d'Abeilard, dans les documents inédits de l'Histoire de France.

(2) Etudes sur la philosophie au moyen-âge.

(3) « Sous les auspices de St. Anselme et de Guillaume de Champeaux, le réalisme ne pouvait manquer de trouver de nombreux partisans. Parmi les plus remarquables, Odon, à la fin du XI.e siècle. » Introduction aux ouvrages inédits d'Abeilard, page CXXIV.

(4) Anselmus cantuariensis archiepiscopus, in libro quem fecit de *Verbi incarnatione*, non dialecticos hujus clericos, sed dialecticæ appellat hæreticos, *qui non nisi flatum,* inquit, *universales putant esse substantias*, dicens eos de sapientium numero merito esse exsufflandos. (Chronique d'Herimann).

(5) Introduction aux ouvrages inédits d'Abeilard. Lieu cité. Voyez aussi sur ce sujet les ouvrages de MM. Rousselot et Haureau, sur la philosophie scholastique.

texte altéré de Boèce ; il est plutôt à croire qu'elle sort tout naturellement de l'esprit humain, et que chaque philosophe la trouve en lui-même, autant au moins que dans ses livres. Elle s'est placée au début de la scholastique entre Anselme et Roscelin ; comme au début de la philosophie grecque, sous une forme différente, il est vrai, entre les deux écoles d'Elée ; comme au début de la philosophie moderne, sous une forme nouvelle encore entre Locke et Leibnitz. Quoi qu'il en soit, elle était soulevée au XI.e siècle.

Des ouvrages de Rainbert aucun ne nous reste. Ceux d'Odon qui avaient trait à la philosophie sont perdus (1) ; dans ceux qui subsistent, et qui sont plutôt théologiques, nous ne trouvons rien qui ait rapport à la question des universaux, sauf un passage très-court du second livre du traité sur le péché originel. Là, au milieu de beaucoup de détails relatifs à l'individu, au singulier, au genre et à l'espèce, il attribue une réalité extérieure, objective, aux espèces ; il les met sous ce rapport au-dessus des genres et sur le même rang que les individus. Il y a, pour parler son langage, *autant de substance* dans *l'homme*, que dans *Pierre* (2). C'est, à peu de choses près, ce que Guillaume

---

(1) On n'en a conservé que les titres accompagnés de brèves et insuffisantes indications.

Le premier était intitulé : *Le Sophiste* (sophista) et avait pour objet d'enseigner à combattre les sophismes (ad cognoscenda evitandaque sophismata).

Le second : *Livre des conséquences* (liber complexionum). L'Histoire littéraire de France pense qu'il devait avoir pour but d'apprendre à mettre les arguments en formes, et traduit en ce sens le mot *complexiones,* ce qui n'est pas bien exact.

Le dernier traitait de la chose et de l'être (de re et ente). Il y était question de savoir si la chose diffère de l'être (in quo libro solvit si unum idemque sit res et ens).

Il est assez difficile aujourd'hui de savoir quel était le sens précis de ces deux mots en scholastique. Avicenne était d'avis de les confondre : *res et ens convertuntur.* Les réalistes faisaient généralement ainsi. Ils cherchaient à prouver que les universaux : le genre, l'espèce, la substance, la forme participent de l'être, pour en conclure que ce sont des choses positives. Voyez cette démonstration dans un disciple de Duns Scot, Antoine Andréa, cité par M. Haureau.

(2) Species plus habent substantialiter quam genera, nec sufficit ad speciei substantiam genus, quia substantialiter habet species differentiam præter genus ; plus enim homo quam animal, quia rationalis est homo, et non rationale animal. Individua vero nihil habent substantialiter plus quam species, nec aliud sunt substantialiter, aliud Petrus quam homo.

de Champeaux répètera un siècle plus tard : La même espèce se trouve tout entière dans chacun des individus qui la composent (eamdem rem totam simul singulis suis inesse individuis), de sorte que ce qui caractérise l'individu, ce qui le différencie de tout autre, ce n'est pas la substance, ce ne sont que de simples accidents. Odon ne tire pas encore ces conséquences du principe qu'il a posé, mais elles doivent nécessairement en sortir, et la théorie de la non-différence substantielle des individus d'une même espèce ne tombera que devant les critiques d'Abeilard.

Bien que ce passage isolé ne soit pas définitivement concluant, nous savons à n'en pas douter, qu'Odon tranchait la question en faveur de la réalité des universaux, il était donc réaliste (1).

Rainbert considérait les idées générales comme des êtres de raison, des artifices de classification et de langage, de purs noms (2).

Odon (3) tenait pour la tradition et pour *les maîtres anciens*, et Rainbert (4) inclinait vers les auteurs moins connus ou plus nouvellement retrouvés, tels que Porphyre et Aristote (le faux Aristote de cette époque, bien entendu.)

Odon était dogmatique, aimant les formules sèches, fortes et sévères. Ses ouvrages sont un tissu serré d'arguments en règle. Rainbert professait un grand dédain pour les formes vieillies, un grand désir de trouver des formes nouvelles, un goût tout particulier pour l'élégance, le charme de la parole, la liberté de l'expression et l'élégance du langage. Il paraît même n'avoir pas écrit. On ne connaît pas non plus de livres de Roscelin. Il semble que tout préoccupés de l'action, ces

---

(1) More Boethii antiquorumque doctorum dialecticam *in re* discipulis legebat. Chronique d'Herimann.

(2) Juxta quosdam modernos *in voce* legebat. Idem. On appelait, en effet, ce système nominaliste, *sententia vocum*.

(3) Ab antiquorum doctrina discrepare non videbatur.... More Boethii antiquorumque doctorum.... Idem.

(4) Nimia præsumptione nihil aliud quærentes nisi ut dicantur sapientes, in Porphyrii Aristotelisque libris magis volunt legi suam adventiciam novitatem quam Boethii cæterorumque antiquorum expositionem. Idem.

hommes n'aient pas eu le loisir ou le désir de consigner leurs pensées. Parler, combattre, persuader, relever les ressources de la discussion, les enseigner, les développer jusqu'à l'abus : la faconde et la loquacité, voilà leur œuvre (1).

Comme conséquence de ces dispositions, chez Odon régnait la sévérité des mœurs et de toute la vie, l'austérité, qui, plus tard, tourna jusqu'à la macération et à la vie cénobitique. Ses élèves, nous dit la chronique, n'osaient, quand ils allaient à l'église, ni tourner les yeux, ni parler même à voix basse; les ornements (2), la société des femmes étaient interdits. L'entrée du cloître était fermée, même aux laïques les plus distingués. Chez Rainbert se trouvait certainement plus de goût pour les arts, pour les plaisirs, plus d'indépendance, en un mot. Les poètes nombreux et éminents qui sortirent bientôt de Lille, suffisent, en l'absence de renseignements précis, pour le prouver.

Enfin, Odon voyait avec peine la tendance des novateurs à appliquer l'argumentation philosophique aux matières théologiques, à opérer comme le disait bientôt après Abeilard : l'alliance de la raison et de la foi. La naissance de la théologie scholastique l'inquiétait et l'affligeait. Lui-même cependant suivant en cela St. Anselme, en donnait l'exemple. Plusieurs de ses ouvrages font à des dogmes religieux l'application de la méthode philosophique la plus rationaliste. L'un d'eux, le *Traité du péché originel* en est, d'un bout à l'autre, la preuve la plus frappante. Aussi, bien qu'il embrasse surtout des matières théologiques, croyons-nous devoir en donner l'analyse, afin de faire connaître la méthode de cet auteur, que nous ne retrouvons nulle part ailleurs si bien accusée, ses écrits purement philosophiques étant perdus (3).

---

(1) Plus valebant eorum lectiones ad exercitium disputandi vel eloquentiæ, imo loquacitatis et facundiæ. Chronique d'Herimann.

(2) Cependant un de ses élèves lui donna un anneau d'or, portant ce vers, digne du temps :

Annulus Odonem decet aureus aureliensem

(3) Voici le catalogue des ouvrages d'Odon :

Nous nous bornons à les énumérer, autant que possible, dans l'ordre chronologique. Nous renvoyons, pour des indications plus complètes, pour l'origine des ma-

Quoique l'écriture sainte soit invoquée dans ce livre, c'est par des raisonnements en forme et en faisant appel seulement à la raison,

---

nuscrits et la suite des éditions, à Fabricius biblioth. med. et infim. latin., et à l'histoire littéraire de France. Lieu cité.

I. De bello trojano. Poème. Perdu.
II. De opere sex dierum. Poème. Perdu.
III. Sophista. Perdu.
IV. Liber complexionum. Perdu.
V. De re et ente. Perdu.
VI. Epistola carmine. Perdu.
VII. Expositio in canonem missæ ou De altare. Cette exposition, imprimée dès 1490, et souvent reproduite depuis lors, est en prose. Qu'est-ce donc qu'une : *Expositio canonis missæ versibus elegiacis, authore Odone, episcopo cameracensi,* que nous trouvons dans le catalogue des manuscrits de la bib. du roy, sous le N.° CDLIX ?
VIII. De peccato originali, libri tres.
IX. Disputatio contra Judæum, Leonem nomine, de adventu Christi, filii Dei, seu de mysterio dominicæ incarnationis.
X. De blasphemia in Spiritum Sanctum ou Quid sit blasphemia.
XI. De canonibus evangeliorum ou De concordia evangelistarum. Libri duo.
XII. Homelia de villico iniquitatis, ou Homelia in Lucæ XVI.

Les six ouvrages qui précèdent, de VII à XII, figurent dans la bibliothèque des pères de Cologne (1622) et dans celles qui l'ont suivie.

Mais il existe une autre version de cette homélie, toute différente. Elle fut découverte et imprimée par Martenne et Durand, dans leurs anecdot., t. V p. 854. La patrologie de M. Migne, vol. CLX, l'a reproduite avec les six numéros précédents, les lettres et les diplômes de l'évêque.

XIII. Homeliæ ; il en existe tout un recueil manuscrit. On en a souvent cité deux, l'une : sur la Cananéenne, l'autre sur la passion de Jésus-Christ.
XIV. Parabolæ. Sans autre indication.
XV. Epistolæ. Bien qu'il paraisse en avoir existé tout un recueil, on n'en connaît que deux : l'une adressée à Guillaume, prince d'Afflighem ; l'autre à Lambert, évêque d'Arras. La dernière, publiée par Baluze, dans ses *Miscellanea,* tome V, p. 345 et 393, est reproduite dans la Patrologie.

Quant à divers traités attribués à Odon, tels que : *De origine animæ, de corpore et sanguine Christi,* ce ne sont sans doute que des extraits du *De Peccato originali,* et de l'*Expositio missæ*. Le *De incarnatione*, cité par quelques auteurs, est une compilation faite par Herimann de divers docteurs de l'Eglise, Odon y compris.

C'est encore plus légèrement qu'on attribue à notre docteur une *Introductio in theologiam,* contenant des textes hébreux ; une *Expositio de numero ternario*, des *Commentaria in psalmos*, dont les auteurs ne sont pas connus, et aussi quelques ouvrages, tels que : le *Collationes*, le *De translatione sancti Martini*, qui sont d'Odon, abbé de Cluny, personnage tout distinct de celui qui nous occupe.

qu'Odon fait triompher ses idées. Aussi croit-il devoir s'en excuser profondément, car la foi n'a pas besoin de pareils aides. Il n'a voulu par là qu'éclaircir le sujet. Il n'a eu en vue qu'une méthode d'enseignement et non de démonstration (1).

Il examine d'abord comment il se fait que certain mal peut provenir de Dieu, ainsi qu'on le voit par l'écriture sainte et par la réflexion. Il faut distinguer le mal qui provient de l'injustice, celui-là ne peut être l'œuvre de la divinité. Mais le mal qui est une conséquence de la justice, la peine qui frappe le pécheur, par exemple, vient de Dieu lui-même.

Sur le premier point de cette distinction, sur le mal qui provient de l'injustice, l'auteur suit la théorie de St.-Augustin, si brillamment reproduite par Leibnitz, que le mal n'est pas une réalité (2), que ce n'est qu'un caractère du fini, une privation du bien (3). Il combat sur ce point les Manichéens. Quand donc le pécheur est puni, il ne l'est pas à cause de l'injustice, qui n'est rien par elle-même, mais à cause de l'abandon de la justice, qui est une réalité (4).

Il se demande ensuite pourquoi nous sommes punis de la faute d'Adam. C'est que nous avons péché en lui. Comment cela? Comment étions-nous en lui? En corps? Il est évident que le nôtre vient du sien, mais ce n'est pas le corps qui pèche, car la faute ne peut être que dans la volonté. En esprit? Notre âme viendrait-elle de la sienne, de la même manière?

Odon combat ici cette opinion, qui paraît avoir eu à cette époque des partisans assez sérieux pour que ce traité soit consacré en grande partie à les réfuter. On sait que cette hypothèse sur l'origine de la substance spirituelle venait d'Aristote, qui prétend que l'âme d'Achille provenait de l'âme de Pélée. Elle était opposée à l'hérésie d'Origène, qui croyait, avec Platon, à la préexistence de l'esprit et au dogme catholique qui

---

(1) Non feci ut munirem, sed ut docerem. De peccato originali. In fine.
(2) Nihil est. ibid.
(3) Tantum privatio boni. ibid.
(4) Pro justitia deserta. ibid.

proclame la création. Odon embrasse ce dernier avis que St.-Thomas doit plus tard développer si complètement. Les partisans de la transmission héréditaire de l'âme (1) s'appuyaient surtout sur cet argument spécieux : Le corps, inerte de sa nature, ne peut engendrer par lui-même, si l'âme ne lui donne pas sa force productive (2). Cette puissance donc se sépare de la substance immatérielle, passe dans le corps, et de celui-ci dans la nouvelle créature. Or, en fait d'êtres incorporels, ce qui se dit de la partie se dit évidemment du tout, puisque l'absence de parties distinctes est précisément le caractère de l'incorporel. Donc l'âme tout entière passe dans la nouvelle créature.

Odon répond que la semence répandue par la volupté tient, il est vrai, de l'âme sa force de propagation ; mais cette force n'en réside pas moins dans le corps, rien que dans le corps, seulement elle y est inerte. Et ce n'est pas la substance même de l'âme qui vient y donner le mouvement, car rien ne peut émaner, se détacher d'une substance simple (3), mais c'est seulement une action, une influence, un effet.

Ainsi, nous étions en Adam, mais non pas en esprit, comme nous y étions en corps, car Dieu crée une âme pour chaque créature naissante. Nous y étions en tant que nature humaine, car celle-ci se trouvait alors réduite à deux individus, lesquels ayant péché, toute la nature humaine s'en est trouvée infectée, et naturellement est restée la même depuis lors (4).

Voilà comment on trouvait moyen de baser une théorie du péché originel toute conforme aux dogmes sur des arguments dont nous n'avons pas à apprécier la valeur et dont nous ne voulons que signaler le caractère purement humain. C'est un des plus curieux spécimens que nous connaissions de la méthode de ce temps, telle que nous l'avons signalée ci-dessus.

---

(1) Propagatores animæ ex traduce. Id.

(2) Vis vegetativa, vis propagativa. Id.

(3) De simplici natura nihil potest emanare. Id.

(4) Et, quia humana anima tota est in Adam obnoxia peccato, sine peccato non potest ad alias personas transferri. Id.

La rivalité de l'école de Lille et de l'école de Tournai paraît avoir été assez vive ; les élèves se sentaient attirés de part et d'autre par le talent des professeurs. On en peut juger par une anecdote souvent racontée (1), mais qui peint trop bien l'esprit du temps pour être omise ici. Un chanoine de Tournai, du nom de Gualbert, qui fut plus tard religieux du couvent de St.-Martin, puis abbé dans le diocèse de Châlons, fatigué d'entendre tour à tour exalter l'un et l'autre de ces deux maîtres, alla trouver un devin (2), sourd et muet, mais fort estimé en ce pays. Celui-ci, lorsque l'objet de la consultation lui eut été exposé par signes, montra d'abord l'école réaliste d'Odon et fit avec la main le simulacre d'une charrue qui fend la terre, sans doute pour désigner la fécondité de cette doctrine ; puis, se tournant du côté de l'école de Lille, il se contenta de souffler sur son doigt, pour en exprimer la vanité.

Le chroniqueur qui nous renseigne ainsi est naturellement de l'avis du devin et exalte Odon, mais il ne nous cache pas quel tort lui causait le voisinage de Rainbert. D'ailleurs, il ne faut ajouter qu'une demi-confiance à ces moines parlant de l'honneur de leur couvent. Ne voyons-nous pas, à la même époque à peu près, et dans un pays tout voisin, un religieux d'Anchin nous raconter les triomphes que rem porta un de ses abbés, aujourd'hui presqu'oublié, saint Gossuin, sur l'immortel Abeilard. Il est vrai qu'ayant sous sa discipline, au monastère de St.-Médard de Corbie, le grand philosophe, qui venait d'être condamné au concile de Soissons, Gossuin employa comme dernier moyen de persuasion la menace du fouet (3). Il ne faisait en cela qu'appliquer la doctrine d'un autre saint, plus célèbre, saint

(1) Chronique d'Herimann. Buzelin, qui ne l'a pas fidèlement reproduite. Derode et les autres historiens lillois.

(2) Pythonicum. Chronique d'Herimann.

(3) Vita sancti Gossuini, écrite par un contemporain, et publiée dans plusieurs recueils.

Bernard, qui ne trouvait pas injuste ce mode de réfutation (1) à l'égard de ce même Abeilard.

Au dernier siècle on s'est beaucoup raillé, même à Lille, de la scholastique et de ses discussions. Le chanoine Montlinot (2) s'est fait l'écho de ces reproches.

Un autre religieux, Wartel (3), de l'abbaye de Cysoing, a répondu à Montlinot que les efforts des philosophes les plus estimés parmi les modernes, n'ont pas été employés à autre chose qu'à chercher la solution de ces mêmes questions qu'agitait Rainbert; les uns comme les autres se sont préoccupés de l'origine des idées et les travaux de nos contemporains n'ont pas plus mis fin aux discussions que ceux du premier professeur de St.-Pierre.

Wartel citait, à l'appui de ces observations, l'autorité de Condillac (Essai sur l'origine des connaissances humaines), qui trouve la thèse des nominalistes très-bonne. Il est certainement fort curieux de voir alléguer une pareille autorité pour la défense du moyen-âge.

Du reste, pour réfuter ce que l'on a dit de l'enseignement de cette époque, il suffit d'en constater les résultats. Des deux écoles rivales que nous venons d'étudier, sortirent de grands philosophes (4), des

---

(1) An non justius os loquens talia fustibus tunderetur, quam rationibus refelleretur. Sancti Bernardi Epistola CXC ad Innocent. Pap. dicta tractatus de erroribus Abelardi. Tome 2, p. 1454 de l'édition de Mabillon.

(2) Histoire de Lille, depuis sa fondation jusqu'en 1434, par M. C. D. G. P., etc. (Montlinot, chanoine de St.-Pierre). Paris. Panckoucke, 1764, in-12, chap. 4 de Rainbert et de l'école de Lille, p. 77. On peut consulter sur la vie agitée de Montlinot, une notice de M. Silvy, mentionnée dans le second cahier des séances publiques (1807), de la Société d'amateurs des sciences et des arts de Lille, p. 43, au tome I des présents mémoires. Et dans les Archives historiques et littéraires du nord de la France, première série, tome II, p. 133. nouvelle série, tome II, p. 394.

(3) Etienne Wartel, Observations sur l'histoire de Lille, par M. W.

(4) Ce sont évidemment les collégiales de nos deux villes qui ont formé Simon de Tournai, Alain de Lille, et Gauthier de Châtillon. Pour Alain de Lille, voy. Mém. de la Société des sciences, tome I, cahiers des séances publiques, cah. 1, p. 54, cah. 2, p. 52, cah. 4, p. 89, et notre notice, vol. 29 (1849) p. 709, à laquelle

hommes éminents, et on peut attribuer sans hésiter la quantité considérable de prélats (1), de savants, de poètes et d'artistes distingués que Lille et Tournai produisirent au XII.e et au XIII.e siècles à l'élévation de l'enseignement dirigé par les maîtres dont nous venons de parler. Nous avons dit ailleurs quelle grandeur respiraient les caractères de ce temps.

---

nous nous proposons de faire de considérables additions. Pour Gauthier de Châtillon, voyez l'Histoire littéraire de France, vol. XV, p. 100, et les Archives du nord de la France, série II, vol. II, un Mémoire de M. Darimon. Du reste, dans l'une et dans l'autre, sérieusement étudié comme poète, il n'est guère apprécié comme philosophe.

(1) Voyez dans les ouvrages historiques qui concernent la collégiale : la vie de Lambert de Guines, évêque d'Arras ; Jean de Warnêton, évêque de Thérouanne ; Foulques Van Hutten-Lhove, qui refusa de prêcher la croisade contre les Albigeois ; Jean, fils de Guy, comte de Flandre, évêque de Metz, puis de Liége, où il lutta avec le peuple contre la noblesse, etc., etc.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

ESSAI

DES ACIDES DU COMMERCE,

Par M. H. VIOLETTE, Membre résidant.

Séance du 21 novembre 1856.

§ 1. Gay-Lussac a donné l'*Essai des potasses du commerce ;* son alcalimètre est entre les mains de tous les fabricants. Je propose d'employer le même instrument à l'essai des acides du commerce ; il suffit d'ajouter aux réactifs de l'alcalimètre une dissolution de chaux dans l'eau sucrée, autrement dit de saccharate de chaux, et d'opérer avec les mêmes ustensiles et de la même manière que pour les essais de potasse. Ce Mémoire est rédigé sous forme d'instruction.

§ 2. Le principe du procédé est le suivant : si l'on sature par les quantités b et b' d'une même base les quantités a et a' de deux acides différents et purs, dont les équivalents chimiques sont e et e', on aura le rapport suivant :

$$\frac{a}{a'} = \frac{e}{e'} \times \frac{b}{b'}$$

§ 3. Prenons pour la valeur de a un gramme de l'acide à essayer, et dont l'équivalent est e; prenons pour la valeur de a' un gramme d'acide sulfurique monohydraté, dont l'équivalent $e' = 612,50$; soit

T le titre centésimal de *a* ou la quantité d'acide réel contenue dans 100 parties, on aura la formule générale :

$$(1)\ldots \qquad T = 100 \times \frac{e}{612,50} \times \frac{b}{b'}.$$

Les quantités *b* et *b'* seront déterminées par l'expérience et la valeur de *e* sera prise dans le tableau suivant, qui comprend les équivalents des principaux acides.

Acide sulfurique anhydre...	$e =$ 500
Acide sulfurique monohydraté	612,50
Acide nitrique anhydre.....	675
Acide nitrique hydraté.....	787,50
Acide hydrochlorique sec....	455,70
Acide acétique anhydre.....	637,50
Acide acétique hydraté.....	750
Acide citrique anhydre.....	2062,50
Acide citrique hydraté.....	2400
Acide carbonique.........	275
Acide hydrosulfurique......	212,50
Acide phosphorique.......	900
Acide oxalique...........	450
Acide oxalique hydraté.....	562,50
Acide malique...........	1450
Acide malique hydraté.....	1675

Nous allons procéder successivement à l'analyse des principaux acides du commerce et développer la pratique du nouveau procédé.

ESSAI DE L'ACIDE SULFURIQUE.

§ 1. Le titre centésimal T de l'acide sulfurique sera donné par la

formule suivante (2), en substituant dans la formule (1) 612,50 pour valeur de e

$$(2)\ldots\quad T = 100 \times \frac{612,50}{612,50} \times \frac{b}{b'} = 100 \times \frac{b}{b'}.$$

§ 5. ***Première opération.*** — Prenez l'acide sulfurique ***normal***, tel que l'indique Gay-Lussac pour l'***essai des potasses***, déterminez la température et ramenez-la à 15° centigrades. Cela fait, prélevez avec la pipette graduée P 10 centimètres cubes de cet acide, versez-les dans le vase à fond plat V, et ajoutez-y quelques gouttes de teinture bleue de tournesol, de manière à donner au liquide une belle couleur rouge. Ces 10 centimètres cubes contiennent précisément 1 gramme, valeur de a', d'acide sulfurique monohydraté.

Il reste à déterminer b' : remplissez de la solution de saccharate de chaux la burette graduée B, jusqu'au point extrême o. Prenez d'une main le vase V, tenez-le au-dessus d'une feuille de papier blanc, afin de mieux apprécier le changement de couleur que subira le tournesol ; de l'autre main prenez la burette, et versez peu à peu et goutte à goutte le saccharate de chaux dans le vase V ; ayez le soin d'agiter continuellement ce vase, en lui imprimant un mouvement circulaire alternatif. La couleur rouge ne change pas d'abord ; on aperçoit bientôt un léger trouble blanc provenant de la formation du sulfate de chaux ; la liqueur devient rose ; tenez-vous sur vos gardes, versez goutte à goutte, et la liqueur passera brusquement au bleu. Arrêtez-vous, car la saturation est terminée. Lisez sur la burette les divisions employées de saccharate de chaux et notez ce nombre, qui sera la valeur de b'. Nous supposerons $b' = 53$.

§ 6. ***Deuxième opération.*** — Il serait difficile de peser 1 gramme de l'acide à essayer ; il faut agir autrement : Pesez 50 grammes de l'acide sulfurique à essayer et versez-les dans l'éprouvette, ou cloche à pied E, qui contient un demi-litre jusqu'au trait o, gravé à la partie supérieure ; placez l'éprouvette sur une table horizontale et ajoutez de l'eau, jusqu'à un centimètre environ en contrebas du trait o. Agitez

fortement avec l'agitateur A, de manière à bien mêler l'eau avec l'acide : ce mélange s'échauffera et marquera 20° à 30° au thermomètre ; attendez le refroidissement jusqu'à 15°, en agitant, et lorsque cette dernière température sera atteinte, complétez avec de l'eau le volume d'un demi-litre ; remarquez que pour que le volume de la dissolution soit exactement d'un demi-litre, il faut que sa surface plane paraisse rencontrer le trait *o*, lorsqu'elle sera à la hauteur de l'œil. La dissolution acide ainsi préparée, prenez-en, avec la pipette P, 10 centimètres cubes qui contiendront réellement 1 gramme, valeur de *a*, de l'acide à analyser.

Il s'agit maintenant de déterminer *b* : à cet effet, versez les 10 centimètres cubes dans le vase V, que vous aurez vidé et lavé avec soin ; rougissez-les avec quelques gouttes de tournesol, et opérez-en la saturation avec le saccharate de chaux, de la même manière et avec les mêmes précautions que dans la première opération § 5. Lisez sur la burette les divisions employées de saccharate de chaux, et notez ce nombre, qui sera la valeur de *b*. Dans l'essai de l'acide que nous avons choisi, on a eu $b = 48,5$.

En substituant dans la formule (2), les valeurs *b* et *b'*, on trouve

$$(3)\ldots \qquad T = 100 \times \frac{48,50}{53} = 91,50$$

Ainsi, l'acide sulfurique essayé renferme 91,50 °/₀ d'acide réel hydraté, ou 91ᵏ,50 par 100 kilogrammes. Cet acide, pris dans mon laboratoire, a une densité de 1,829 à 15° ; or, d'après la table dressée par M. Bineau, et consignée dans le tome 26, page 125, troisième série des Annales de chimie et de physique, l'acide sulfurique, à la densité de 1,830, contient 91,80 °/₀ d'acide hydraté. Ce rapprochement des résultats inspire la confiance dans le nouveau procédé.

Pour convertir l'acide hydraté en acide anhydre, il suffit de multiplier le premier par $0,8163 = \frac{500}{612,50}$ et le titre centésimal en acide anhydre, devient $T = 74,69$.

§ 7. On peut, par le même moyen, déterminer l'excès d'acide dans les sulfates acides du commerce.

Nous ferons remarquer ici que pour une série d'analyses consécutives, la valeur b' ne changera pas et ne devra pas être à chaque fois recherchée. La dissolution de saccharate de chaux est assez constante dans sa composition, en bouchant avec soin le flacon qui la contient, et il suffira, de temps en temps, d'en constater le titre par la détermination de la valeur b'.

Il est indispensable, comme nous l'avons fait, de ramener à 15° centigrades la température des acides à essayer ; car à des températures différentes les mêmes volumes ne contiennent pas, à beaucoup près, les mêmes quantités d'acide réel.

ESSAI DE L'ACIDE HYDROCHLORIQUE.

§ 8. Le titre centésimal T de l'acide hydrochlorique liquide est donné par la formule suivante (4), en substituant dans la formule (1) 455,70 pour valeur de e.

$$T = 100 \times \frac{455,70}{612,50} \times \frac{b}{b'} \text{ ou}$$

(4)... $$T = 74,40 \times \frac{b}{b'}.$$

§ 9. *Première opération.* — Déterminez la valeur de b', comme i a été dit au § 5 ; et admettons que l'expérience ait donné $b' = 53$.

§ 10. *Deuxième opération.* — Opérez comme au § 6, en substituant à l'acide sulfurique l'acide hydrochlorique à essayer ; l'essai fait sur l'acide que nous avons choisi a donné $b = 24$.

En substituant les deux valeurs b et b' dans la formule (4) ou a

(5)... $$T = 74,40 \times \frac{24}{53} = 33,83.$$

Ainsi l'acide hydrochlorique analysé renferme 33,83 pour °/₀ d'acide sec et pur, ou 100 kil. d'acide essayé contiennent 33 k. 83 d'acide hydrochlorique sec et pur. Cet acide avait pour densité 1,1699 à 15°; or, d'après la table de Davy, l'acide hydrochlorique liquide, à la densité de 1,17 à 7°,22, contient 34,34 pour °/₀ d'acide réel.

ESSAI DE L'ACIDE NITRIQUE.

§ 11. Le titre centésimal T de l'acide nitrique est donné par la formule suivante (6), en substituant dans la formule (1) 787,50 pour la valeur de *e*.

$$T = 100 \times \frac{787,50}{612,50} \times \frac{b}{b'} \text{ ou}$$

(6)... $$T = 128,57 \times \frac{b}{b'}.$$

§ 12. *Première opération.* — Déterminez la valeur de b', comme il a été dit au § 5 ; et admettons que l'expérience ait donné $b' = 53$.

§ 13. *Deuxième opération.* — Opérez comme il a été dit au § 6, en substituant à l'acide sulfurique l'acide nitrique à essayer ; l'essai fait sur l'acide choisi dans notre laboratoire a donné $b = 21$.

En substituant les deux valeurs b et b' dans la formule (6), on a

(7)... $$T = 128,57 \times \frac{21}{53} = 50,91.$$

Ainsi l'acide nitrique essayé renferme par 100 kilog. 50,91 d'acide nitrique monohydraté.

La densité de l'acide essayé était de 1,339 à 15 °. Or, d'après la table de Thénard, l'acide nitrique à 1,376 contient 51,9 pour °/₀ d'acide sec ou réel ; le procédé a donc donné un résultat satisfaisant.

Pour convertir l'acide hydraté en acide anhydre, il suffit de multiplier le premier par $0,847 = \frac{676}{787,50}$ et le titre centésimal ci-dessus en acide sec devient T = 43,63 pour °/₀

ESSAI DE L'ACIDE ACÉTIQUE.

§ 14. Le titre centésimal T de l'acide acétique est donné par la formule suivante (8), en substituant dans la formule (1) 750 pour la valeur de *e*.

$$T = 100 \times \frac{750}{612,50} \times \frac{b}{b'} \text{ ou}$$

$$(8)\ldots \qquad T = 122,44 \times \frac{b}{b'}.$$

§ 15. ***Première opération.*** — Déterminez la valeur de b', comme il est dit au § 5 ; admettons que l'expérience ait encore donné $b' = 53$.

§ 16. ***Deuxième opération.*** — Opérez comme il est dit au § 6, en substituant à l'acide sulfurique l'acide acétique à essayer. Celui que nous avons choisi dans notre laboratoire était très-concentré, cristallisable ; il avait 1,0657 pour densité ; nous avons trouvé $b = 43$.

En substituant les deux valeurs b et b' dans la formule (8), on trouve

$$(9)\ldots \qquad T = 122,44 \times \frac{43}{53} = 99,30 \text{ pour } {}^{0}/_{0}.$$

Ainsi l'acide acétique essayé contient 99,30 d'acide acétique hydraté par 100 kilogr.

Pour convertir l'acide acétique hydraté ou cristallisable en acide acétique anhydre ou sec, il suffit de multiplier le premier par $0,85 = \frac{637,50}{750}$ et le titre centésimal en acide anhydre devient T = 84,40 pour °/₀.

ESSAI DES VINAIGRES.

§ 17. Les vinaigres comestibles se vendent au volume ou à l'hectolitre, et non au poids; c'est donc au volume qu'il faut rapporter l'essai, et non plus au poids, comme nous l'avons fait pour les acides précédents. De plus, les vinaigres étant généralement très-faibles en acide, il n'est plus nécessaire d'étendre d'eau l'échantillon d'essai, comme nous l'avons fait pour les autres acides. Par ces considérations, l'échantillon d'essai se composerera de 10 centimètres cubes du vinaigre à essayer, et la formule (8) devra être modifiée comme ci-après.

Le titre centésimal T du vinaigre, ou la quantité exprimée en kilogrammes d'acide acétique cristallisable contenue dans un hectolitre de vinaigre, sera donnée par la formule suivante :

$$(10)\ldots \qquad T = 12,24 \times \frac{b}{b'} .$$

§ 18. ***Première opération.*** — Déterminez la valeur de b', comme il est dit au § 5, et admettons que l'expérience ait donné $b' = 53$.

§ 19. ***Deuxième opération.*** — Prélevez avec la pipette P, 10 centimètres cubes du vinaigre a essayer ramené à 15°, versez-les dans le vase V, rougissez les par l'addition de teinture de tournesol, et versez goutte à goutte avec la burette B la solution de saccharate de chaux, jusqu'à ce que la liqueur tourne brusquement au bleu; observez dans cette saturation toutes les précautions prescrites au § 5, Lisez et notez le nombre b des divisions de la burette. Nous avons opéré sur des vinaigres d'Orléans ordinaires, et nous avons trouvé $b = 26$.

En substituant les valeurs de b et b' dans la formule (10), on trouve

$$T = 12,24 \times \frac{26}{53} = 5,99 \text{ pour } \% .$$

Ainsi ce vinaigre d'Orléans contient 5 k. 99 d'acide acétique cristallisable par hectolitre, ou son titre centésimal est de 5,99 pour °/₀. Si l'on voulait avoir le titre en acide acétique anhydre, il suffirait de multiplier le titre ci-dessus par 0,85, et l'on aurait T = 5,09 p. °/₀ d'acide sec.

§ 20. Nous avons trouvé les titres suivants en acide hydraté :

Vinaigre de mélasse............. 4,84 pour °/₀.
Vinaigre de grains............... 4,15 pour °/₀.
Acide pyroligneux............... 8,80 pour °/₀.

Si le vinaigre est falsifié par l'acide sulfurique, la fraude est aussitôt reconnaissable par la formation d'un léger dépôt blanc de sulfate de chaux dans la saturation par le saccharate.

ESSAIS DIVERS.

§ 21. Le nouveau procédé peut servir à déterminer la quantité d'acide existant 1.° dans les résidus de fabriques, eaux sûres d'amidonnerie, pulpes de betteraves, vinasses de distillerie, eaux gazeuses, eaux thermales, etc., etc. 2.° Dans les fruits acides, pommes, groseilles, verjus, citrons, etc., etc. Il peut également guider le fabricant de vinaigre, en lui faisant connaître l'accroissement progressif de l'acide dans la liqueur en fermentation ; ainsi que les fabricants des acides du commerce, en leur permettant de constater rapidement l'état de la concentration. Enfin la rapidité et la facilité de la méthode rendront les transactions commerciales plus certaines, par la connaissance du titre de la marchandise.

SUBSTANCES ET USTENSILES NÉCESSAIRES.

§ 22. *Saccharate de chaux.* — Mettez dans une carafe un litre d'eau, ajoutez-y 100 grammes de sucre, et faites dissoudre celui-ci ; la dissolution faite, introduisez dans la carafe 50 grammes de chaux caustique éteinte et en poudre, et agitez de demi-heure en demi heure, pendant cinq à six heures. Cela fait, filtrez cette liqueur

et introduisez-la dans la carafe, que vous tiendrez bouchée. Cette liqueur est telle, qu'il en faudra 50 divisions environ de la burette B pour saturer 10 centimètres cubes de l'acide sulfurique *normal*.

§ 23. *Acide sulfurique normal.* — Pesez avec grand soin dans le vase V, 50 grammes d'acide sulfurique concentré, à la densité de 1,8427 à la température de 15.° centigrades. Cet acide est dit *monohydraté*, c'est-à-dire qu'il renferme, à peu de chose près, une proportion d'eau. Versez lentement ces 50 grammes dans l'éprouvette E, à moitié remplie d'eau froide, en lui imprimant pendant ce temps un rapide mouvement de rotation; rincez plusieurs fois le vase V avec de l'eau, que vous réunirez à celle contenue dans l'éprouvette E; achevez de remplir d'eau celle-ci, jusqu'un peu en dessous du trait *o*, qui marque la capacité de un demi-litre, et agitez tout le liquide avec l'agitateur A. Le liquide s'est notablement échauffé; attendez qu'il soit refroidi jusqu'à 15° centigrades; à ce moment, enlevez l'agitateur, en tenant l'extrémité appuyée contre le bord supérieur du vase, pour faciliter l'écoulement de l'acide qu'il a entraîné, et achevez de remplir d'eau lentement et goutte à goutte l'éprouvette E, de manière que la surface inférieure du liquide paraisse toucher le trait *o*, lorsque l'œil sera à la même hauteur que lui; agitez de nouveau, et l'*acide normal* est préparé. Il contient 50 grammes d'acide hydraté par 500 centimètres cubes, donc 10 centimètres cubes renfermeront un gramme de cet acide.

Cette préparation est celle indiquée par Gay-Lussac dans son instruction sur l'*essai des potasses.* Il importe de s'assurer de la convenable concentration de l'acide sulfurique employé; il vaudrait mieux encore acheter l'acide normal tout préparé chez un fabricant de produits chimiques.

§ 24. *Teinture de tournesol.* — Le tournesol se trouve dans le commerce sous la forme de petits pains bleus. La dissolution de tournesol se prépare en faisant bouillir dans l'eau le tournesol réduit en poudre; deux ou trois pains suffisent pour colorer fortement un décilitre d'eau; on peut faire la dissolution à froid, mais elle est

moins colorée. Nous donnerons à cette dissolution, colorée en bleu violet, le nom de ***teinture de tournesol***. On n'en prépare que peu à la fois, parce qu'elle s'altère en quelques semaines, même dans les vases fermés. Conservez-la dans un vase bien bouché.

§ 25. ***La pipette*** P contient 10 centimètres cubes jusqu'au trait *o*. Pour la remplir, immergez-la dans le liquide jusqu'au dessus du trait *o*, ou mieux faites-y monter le liquide par aspiration, en immergeant seulement son extrémité inférieure. Posez ensuite rapidement l'index (qui ne doit être ni trop humide ni trop sec) sur l'orifice supérieur, et laissez écouler le liquide excédant, en tenant l'extrémité inférieure de la pipette appuyée contre le bord de la cloche, pour faciliter l'écoulement de la dernière goutte, qui autrement y resterait adhérente. Videz ensuite la pipette pleine, en la plaçant au-dessus du vase V et retirant l'index.

§ 26. ***Le vase*** V est à fond plat ; il aura environ 9 centimètres de diamètre et 15 centimètres de hauteur environ.

§ 27. ***La Burette*** B est divisée en 100 divisions, dont chacune représente un demi centimètre cube. On la remplit de la solution de saccharate de chaux, un peu au-dessus de la première division *o*, et en l'inclinant légèrement, on fait écouler l'excédant goutte à goutte par le bec *e*, enduit d'un peu de suif ou de cire, jusqu'à ce que dans la plus grosse branche, le liquide affleure la division *o*; pour opérer une saturation, il faut verser le liquide lentement et goutte à goutte. Toutes les gouttes étant de même grosseur sensiblement, on subdivisera facilement chaque division en autant de parties qu'elle contiendra de gouttes dont le nombre est de 6 à 8 environ.

§ 28. ***L'éprouvette*** E est un vase ou cloche à pied, contenant un demi-litre jusqu'au trait circulaire *o*.

On trouvera tous ces ustensiles et réactifs préparés chez MM. Rousseau frères, fabricants de produits chimiques, rue de l'Ecole de Médecine, à Paris.



NOTICE HISTORIQUE

SUR

LE MUSÉE INDUSTRIEL ET AGRICOLE DE LILLE,

Par M. CH. BACHY, Membre résidant.

Séance du 19 *décembre* 1856.

En parcourant les mémoires de notre Société, on regrette de n'y voir consignée aucune des circonstances qui ont présidé à la création des divers établissements dus à son initiative et qui ont si puissamment contribué à l'extension de l'enseignement scientifique dans notre cité. Ne serait-il pas intéressant, par exemple, de connaître les moyens mis en œuvre par nos prédécesseurs pour fonder le brillant Musée d'histoire naturelle, qu'administre aujourd'hui la Faculté des Sciences? Nous savons bien que MM. Macquart et Degland en ont été les principaux fondateurs ; mais quelles difficultés ont-ils eues à vaincre, quels obstacles ont-ils eus à surmonter? Nous l'ignorons complètement et nous nous sommes contentés de recueillir sans information, sans enregistrement d'aucun fait, le fruit de leurs laborieux travaux

Rappellerai-je aussi le cours de physique, suivi à son origine par quelques studieux élèves, qui venaient entendre la parole savante de

notre honorable doyen, M. Delezenne, et qui fut d'abord modestement installé sous les combles des bâtiments de l'Hôtel-de-Ville, transféré ensuite dans la salle occupée présentement par le Musée Moillet, puis dans un des pavillons de la Halle, et enfin remplacé par le cours officiel de la Faculté des Sciences? L'existence de ce cours et des autres institutions qui l'ont suivi est due, on le sait, à la Société des Sciences et au dévouement de quelques-uns de ses membres ; mais nos annales se taisent encore sur le difficile enfantement de ces fondations de haute utilité scientifique.

C'est pour ne pas laisser un semblable regret à ceux qui viendront après nous, c'est pour combler une lacune, que j'ai entrepris d'exposer les principales circonstances qui ont entouré la création du Musée industriel et agricole dont notre ville vient de s'enrichir.

Dans sa séance du 16 septembre 1853, la Société a reçu de notre honorable confrère, M. Gosselet, communication d'une proposition ayant pour but de rassembler dans un musée spécial les produits de l'industrie, non pas seulement perfectionnés, à l'instar de ce qui se fait dans les grandes expositions publiques ; mais les produits en cours de fabrication, y compris la matière première d'abord, puis cette même matière se transformant successivement, soit par la main de l'homme, soit par l'action des machines ; puis enfin, les objets confectionnés et appropriés à la consommation. C'était une idée neuve et grande que la Société accepta avec empressement et dont elle confia l'accomplissement à une commission.

Cependant le moment n'était pas favorable pour donner suite à ce projet : M. Gosselet était empêché par la maladie et, dès lors, on avait à craindre que son idée ne restât longtemps encore à l'état d'incubation, si un homme plein d'ardeur et d'intelligence, dévoué à la Société et animé d'un rare esprit d'initiative, n'eût pris le projet en main et n'en eût fait, pour ainsi dire, sa propre affaire. Déjà la Société a compris que je veux désigner ici notre honorable et bon confrère, M. Henri Violette. C'est à son impulsion, c'est à son activité, à son énergie, il faut le reconnaître, qu'il nous a été donné de mener à

bonne fin l'entreprise. Que sa modestie nous pardonne cette expression de notre intime conviction !

Entraîné par le zèle de M. Violette, je me suis associé volontiers à ses efforts et, ensemble, nous avons accompli une odyssée dont les traverses ne nous manquèrent pas. Nous décidons, d'abord, qu'un appel sera fait, dans les journaux, au bon vouloir des fabricants, en leur exposant le but et les avantages de l'œuvre nouvelle; cet appel reste sans résultat. Nous prenons alors la résolution de faire auprès des industriels des démarches personnelles. Nous nous mettons en route et nous entrons résolûment dans les diverses usines de notre ville et de ses environs. Je me rappellerai toujours, avec plaisir, notre première visite; elle eut lieu chez un fabricant de peignes en corne, dont l'excellent accueil fut pour nous d'un bon augure. Je vois encore cet atelier sombre et fumeux dans lequel l'ouvrier exécuta, sous nos yeux, les différentes opérations de son industrie, et je n'oublierai jamais le sentiment d'aise et de confiance que nous avons éprouvé, en venant offrir à la Société, dans sa séance du 5 novembre 1853, la série des objets représentant cette fabrication. Animés par cet heureux début, nous avons, depuis, continué sans interruption nos démarches, et nous sommes parvenus à obtenir successivement les spécimens de diverses industries.

La tâche, cependant, devenait lourde et, malgré les encouragements de la Société, nous comprenions notre insuffisance; aussi, ce fut un bonheur pour nous de pouvoir nous adjoindre notre zélé confrère, M. Verly, qui partagea, dès lors, tous nos travaux et vint aider à nos efforts.

La collection augmentait, les dons se succédaient, et ce résultat satisfaisant nous faisait, de plus en plus, sentir l'indispensable nécessité de nous procurer un local convenable. La translation du Musée d'histoire naturelle dans les bâtiments de la Faculté des Sciences rendait libre, à l'Hôtel-de-Ville, un emplacement des plus avantageux. Cette salle spacieuse devint l'objet de notre convoitise et, après plusieurs entrevues que nous eûmes avec M. le Maire, elle nous fut

accordée par l'administration municipale qui, dès ce moment, renonça à une autre destination qu'elle avait projetée.

Restait à résoudre une difficulté non moins sérieuse : l'argent nous manquait ; une conférence de M. Violette avec M. le Préfet mit ce magistrat éclairé dans nos intérêts, et bientôt le Conseil général nous alloua un subside. Ce secours officiel, suivi plus tard d'allocations votées par le Conseil municipal, nous permit de profiter d'une circonstance des plus favorables : l'Exposition universelle de 1855 rassemblait dans ses vastes galeries les produits de l'industrie de tous les pays, et il était permis d'espérer d'y faire une abondante moisson.

Délégués à cet effet par la Société, M. Violette et moi nous nous rendons à Paris. L'affluence était immense, et c'est à peine si nous pouvons trouver un trop modeste réduit sous les combles d'un hôtel. Nos journées se passent en visites dans les galeries de l'exposition, où nous notons les industries qui nous paraissent propres à figurer dans notre musée ; nos soirées sont employées à rédiger et expédier nombre de lettres et de circulaires. Notre appel est entendu et nous rentrons à Lille avec les promesses écrites d'un grand nombre d'exposants qui nous offrent leurs produits, à prendre après la clôture de l'Exposition. Ce n'est pas sans difficulté que nous parvînmes à obtenir ces promesses ; car nos démarches avaient donné l'éveil et notre exemple n'avait pas tardé à être suivi : le Conservatoire des arts et métiers, l'École des mines, celle des ponts et chaussées, la Faculté des sciences, les Musées britanniques mêmes, apposaient chaque jour leur veto aux objets sur lesquels nous avions jeté notre dévolu et embarassaient ainsi nos allures.

Enfin arrive le 15 novembre, jour fixé pour la clôture. Nous nous empressons de nous diriger de nouveau vers Paris. Mais, fâcheux contre-temps ! cette clôture est ajournée à quinzaine ! Que faire ? Rentrer les mains vides était pour nous un trop amer chagrin. M. Violette, cédant à une heureuse inspiration, se rend au Ministère de la marine et obtient du directeur des Colonies l'autorisation de prélever des échantillons sur toutes les denrées coloniales exposées. Le

lendemain nous prenons possession de notre nouveau butin ; nous empaquetons, nous ensachons à la hâte plus de trois cents échantillons, qui sont aussitôt déposés en lieu sûr, jusqu'à notre retour à Lille.

Nous avions laissé à Paris des instructions à des personnes de confiance pour recueillir, lors de la clôture définitive de l'Exposition, au nom de la ville de Lille, les dons promis par les exposants. Le déménagement de cet immense bazar s'exécuta avec une telle précipitation que, à notre grand regret, la plus grande partie de ces dons nous échappa. Les mesures furent mal prises, les instructions mal observées et nous allions perdre tout le fruit de nos labeurs, lorsqu'à la prière de M. Violette, empêché par son service de commissaire des poudres et salpêtres, je repris seul la route de Paris, pour recueillir partie de notre héritage et accélérer l'expédition du contingent qui vint combler, dans nos galeries, de nombreuses lacunes. Dès lors, nos collections ont continué à se compléter et, avec l'aide de nos honorables confrères, MM. Gosselet et Verly, qui n'ont cessé de coopérer à l'œuvre commune, nous avons procédé à l'arrangement méthodique du musée.

Pendant ce temps, M. Violette profitant d'un voyage à Paris où l'appelait ses affaires, fut assez heureux, grâce à ses actives démarches, pour rapporter, en avril 1856, la série des produits formant l'exposition de l'Algérie.

Le 3 août 1856, la Société impériale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts a procédé à l'inauguration officielle du Musée industriel et agricole; les Autorités sont venues, par leur présence, rehausser l'éclat de cette solennité, et le public n'a pas tardé à constater, par son empressement à visiter nos galeries, l'utilité du nouvel établissement.

Nous manquerions au devoir de la plus juste reconnaissance, si nous ne rendions hommage à l'appui de M. Besson, préfet du Nord, de M. Richebé, maire de notre ville, qui n'ont cessé de nous prêter leur bienveillant concours. C'est ainsi que nous devons à M. le Préfet

la collection des produits de l'Algérie accordée par Son Excellence le Ministre de la guerre. Et tout récemment, sur la demande de M. le Maire, Son Excellence le Ministre Secrétaire-d'Etat nous a fait parvenir les produits des Manufactures impériales de Sèvres et des Gobelins. Nous attendons encore les nombreux échantillons promis par M. le Directeur du Conservatoire des arts et métiers.

La faveur dont jouit notre Musée, l'intérêt qu'il éveille, les sympathies qui l'environnent, font espérer qu'il prendra un large et rapide accroissement, et que la Société impériale des Sciences n'aura qu'à se féliciter de la création de cet utile établissement dont l'idée première appartient, comme nous aimons à le répéter, à l'un de ses membres les plus zélés : le docteur Gosselet.

Nous avons jugé utile de donner, à titre d'enregistrement, la liste suivante des principales industries qui, à la fin de l'année 1856, composent les collections du Musée industriel et agricole :

Filature de coton.
— de lin.
— de laine.
— de bourre de soie.
Tissus de coton.
— de lin.
— de laine.
— exotiques.
Velours.
Tulles.
Dentelles.
Linge de table
Toiles peintes.
Parchemins.
Baudruches.
Cuirs dorés.
Papiers peints.
Peaux mégies.
Gants.
Matières tinctoriales.
Laines teintes.
Soies teintes.
Rubans.
Tulles de soie.
Toile cirée
Caoutchouc et ses produits.
Gutta-percha et ses produits.
Peignes et billes d'ivoire.
Peignes de corne.
Colles.
Huiles.
Chandelles de suif.
Bougies stéariques.
Résines.
Cires à cacheter.
Vernis.
Potasse et soude.
Verre à vitres.
Verre à bouteilles.
Glaces.
Cristal.
Lentilles de phare et d'optique.
Verres de montre.
Peinture sur verre.

Poterie commune.
Poterie réfractaire.
Poterie de grès.
Faïence.
Porcelaine.
Pipes.
Plâtres et chaux.
Silicatisation.
Emeris.
Crayons.
Gaz d'éclairage.
Huile de schiste.
Iode.
Soufre.
Poudre à feu.
Produits chimiques.
Or et argent battus.
Couverts d'argent.
Argenture électro-chimique.
Monnaies de cuivre.
Fer.
Fer blanc.
Fer galvanisé.
Acier.
Limes.
Peignes pour filatures.
Cardes.
Plumes de fer.
Plomb.
Tuyaux et feuilles de plomb
Litharges.
Céruse.
Zinc et ses produits.
Etain.
Tuyaux et feuilles d'étain.
Poterie d'étain.
Caractères d'imprimerie.
Typographie.
Lithographie.
Lithochromie.
Photographie.
Registres.
Reliure.
Instruments à archet.
Lampes.
Chapeaux de feutre.
— de soie.
— de paille.
Sabots.
Instruments aratoires.
Ruches diverses.
Céréales.
Amidons.
Fécules.
Sucres.
Alcools.
Tabac manufacturé.
Denrées coloniales.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

DE LA THÉORIE ET DE LA PRATIQUE EN AGRICULTURE.

Par M. le baron J. LIEBIG, Membre correspondant.

Séance du 5 décembre 1856.

PRÉFACE.

Ce travail a pour but de contribuer à la solution des questions relatives aux meilleurs moyens d'obtenir constamment, avec une surface de terre déterminée, le rendement le plus élevé en blé et en viande.

Dans ces dix dernières années, l'agriculture pratique a recueilli assez d'expériences pour qu'on puisse porter sur ces questions un jugement rationnel.

Sur ce point, il y a en agronomie deux théories opposées, et personne ne saurait méconnaître leur importance, puisqu'elles sont intimement liées avec les revenus et la fortune de la partie la plus importante de la population.

Cet écrit a été en outre provoqué par les critiques que MM. Lawes et Gilbert, de Rothamstead, et M. le docteur E. Wolff, de Hohenheim, ont faites des explications théoriques et de l'interprétation d'expériences exécutées en Angleterre, que j'ai données dans mes *Principes de chimie agricole* (1).

Dans le 16.e volume du *Journal de la Société royale agricole*

(1) Brunswick, chez Er. Vieweg et Cie, 1855.

d'Anglèterre (1), M. Lawes a essayé de prouver que l'opinion qu'il s'était formée de ma théorie avait été primitivement la mienne, et qu'on devait regarder les explications contenues dans mes *Principes*, comme un essai malheureux, destiné à mettre d'accord ma théorie avec les résultats qu'il avait obtenus, et par cela même à sauver cette théorie.

M. le docteur Wolff a cherché à démontrer dans son ouvrage intitulé l'*Epuisement du sol par la culture* (2), que ma théorie ne possédait pas les caractères essentiels d'une bonne doctrine, possibilité dans l'application, utilité dans la pratique, et que es principes posés par moi comme guides pour l'agriculture ne pouvaient être appliqués.

Dans l'intérêt de la question elle-même, je me suis cru obligé d'approfondir ces assertions, et j'ai la ferme espérance de venir par ce petit ouvrage confirmer la conviction des agronomes intelligents, savoir : un vrai progrès dans l'agriculture pratique n'est possible qu'à la condition de suivre avec persévérance et continuité les principes que la science a posés.

Munich, 1.er août 1856.

Baron J. LIEBIG.

---

(1) Londres, 1856.

(2) Chez Otto Wigand, Leipzig 1856

DE LA PRATIQUE ET DE LA THÉORIE
EN AGRICULTURE.

Dans les années 1840 et 1842, je croyais que les sources naturelles qui fournissent aux plantes l'azote nécessaire, étaient insuffisantes pour les besoins de l'agriculture. Mais une longue suite d'observations et de réflexions m'a prouvé que cette manière de voir ne pouvait être juste.

Comme ma *Chimie dans ses applications à l'agriculture et à la physiologie*, ne renferme qu'une très-petite partie des faits et des expériences sur lesquels mes conclusions sont basées, je vais entrer ici dans quelques détails. J'espère que chacun sera convaincu que les raisons qui m'ont fait abandonner mes opinions anciennes en 1843 (année dans laquelle parut la 3.e édition de mon livre), sont des raisons simples et incontestables.

L'analyse chimique démontre que les différentes plantes cultivées sur une même étendue de terre fournissent des quantités très-inégale d'azote.

En admettant que la quantité d'azote qui est retirée de la paille et du grain d'un champ de seigle soit représentée par 100 parties en poids, on récolte sur la même surface :

dans l'avoine.............	114	azote.
dans l'orge..............	116	»
dans le froment...........	118	»
dans le foin.............	121	»
dans le colza.............	212	»
dans les pois.............	243	»
dans les haricots.........	270	»
dans le trèfle............	390	»
dans les turneps..........	470	»

Ces nombres démontrent d'une manière incontestable que les pois, les haricots et les plantes fourragères contiennent dans les produits

récoltés plus d'azote que les céréales. Le foin fournit autant d'azote que le froment ; les pois , les haricots , le trèfle et les turneps en fournissent le double.

Ces deux derniers donnent un rendement plus élevé , sans recevoir d'engrais azotés.

On peut encore augmenter ce rendement par de la cendre et du gypse pour le trèfle , par des os traités par l'acide sulfurique pour les turneps.

Dans la culture pratique , les champs de blé reçoivent principalement des engrais azotés. Il est évident que la nécessité de fournir de l'azote aux céréales , au froment , par exemple , ne saurait être expliquée par un manque d'azote dans les sources naturelles des plantes, puisque la culture des plantes fourragères prouve que ces sources peuvent fournir jusqu'à quatre fois la quantité exigée par le froment.

La raison de ce fait doit être cherchée ailleurs. L'opinion que je me fis en 1843 , ne fut pas peu fortifiée par les expériences faites en 1846 , dans mon laboratoire , à Giessen , par le docteur Kroker, actuellement professeur à Breslau. L'analyse de vingt-deux espèces de terre me donna la certitude que le sable le plus stérile, sur une profondeur de dix pouces, contenait cent fois plus d'azote, et les terres fertiles de cinq cents à mille fois plus que la quantité exigée par la plus abondante récolte de froment ou que puisse donner la plus riche fumure (Voir ma *Chimie dans ses applications à l'agriculture et à la physiolggie,* 5.e édition , 1846 , page 368).

Le fait de la présence de ces énormes quantités d'azote dans le sol a été confirmé par les recherches qu'à provoquées le collége royal d'économie agricole de Berlin. (Voir les *Annales de l'agriculture*, tom. 14 , page 2). Ce collége fit choix pour ses expériences de quatorze champs d'égale surface pris sur différents points du royaume Prussien ; en dix ou douze endroits différents de chacun des champs, on enleva une égale quantité de terre dans toute la profondeur du sol arable ; ces quantités furent mélangées ensemble et sur le tout on préleva des échantillons.

L'azote contenu dans chaque échantillon fut déterminé par trois chimistes différents ; leurs analyses donnèrent en moyenne, pour un acre anglais de terrain d'un pied de profondeur (le poids spécifique de la terre étant 1, 5), les quantités suivantes d'azote, transformées en livres d'ammoniaque.

1. Terre de Havixbec	18,040	livres.
2. Burgwegeleben	17,220	»
3. Jurgaitschen	14,350	»
4. Wallup	13,120	»
5. Beesdau	7,790	»
6. Turve	7,380	»
7. Dalheim	6,970	»
8. Laasom	5,740	»
9. Eldena	5,330	»
10. Burgbornheim	5,330	»
11. Neuenmund	4,510	»
12. Frankenfeld	4,100	»
13. Neuhof	7,720	»
14. Cartlow	2,870	»

On peut rapprocher de ces dosages les analyses de la terre noire russe (tscherno-sem) du gouvernement d'Orel, dues à M. E. Schmidt. (*Bulletin de l'Académie de Pétersbourg*, v. VIII, p. 116.)

M. Schmidt a examiné trois échantillons de sol vierge et un échantillon de terre non engraissée ; le poids spécifique variait de 2,1 jusqu'à 2,2, mais je n'ai pas cru pouvoir admettre dans mon calcul, un poids supérieur à 1, 5, à cause de la porosité. D'après ces estimations, sur 12 pouces de profondeur, un acre anglais de terre noire russe contient en livres d'ammoniaque :

1. Couche supérieure	49,200
2. Quatre wertschok plus profond	22,140
3. A la base	20,000
4. Terre non engraissée	23,780

Ces terres se rapprochent beaucoup, quant à leur richesse en ammoniaque, des terrains suivants de Munich, que j'ai soumis a l'analyse.

Un acre sur 12 pouces de profondeur contient en ammoniaque :

1. Jardin de ma maison .... 22,960 livres.
2. Jardin botanique voisin...... 21,730 »
3. Forêt voisine .... 20,910 »

J'ai reçu enfin de l'île de Cuba, par l'extrême complaisance de M. Schlossberger, de la Havane, six échantillons de différents terrains dans lesquels on cultive le tabac, la plante la plus riche en azote, et qui n'avaient jamais reçu d'engrais. Cette terre, presque entièrement calcaire, fortement colorée par l'oxide fer, contient en ammoniaque :

Un acre terre à plantation de tabac de la Havane sur 12 pouces de profondeur :

(1).........	9,020 livres.	(2).........	9,844 livres.
(2).........	12,300 »	(5).........	14,350 »
(3).........	1,640 »	(6).........	10,250 »

La source de cet azote a été facile à déterminer; j'ai expliqué dans mon livre (p. 57, 96, 115, etc.) comment l'argile, l'alumine et l'oxide de fer, éléments des terres fertiles, possèdent la faculté remarquable d'absorber l'ammoniaque de l'atmosphère, et j'ai démontré que toute terre fertile contient une certaine quantité d'ammoniaque prise à l'air.

On peut facilement se faire une idée de la quantité d'ammoniaque que le sol peut recevoir de cette source, en se rappelant les essais de Th. Way, qui a trouvé comme moyenne de quatre essais (*The Journal of the H. agric. Society*, vol. XXIX, p. 126, 1852) que 100,000 parties en poids d'un sol maigre de Dorsetshire peuvent absorber et retenir en combinaison solide 348 parties d'ammoniaque; une quantité pareille d'une terre légère rouge de Berkshire absorbait 157 parties, et la même quantité d'une argile dense et blanche, 282 parties. En calculant combien un acre de ces terres (poids spéci-

fique 1,5), jusqu'à la profondeur de 12 pouces, pourrait encore ajouter à l'ammoniaque qu'il contient déjà, on trouve pour :

Un acre de terre maigre de Dorsetshire.....	14,999 livres d'ammoniaque.
Un acre, terre légère rouge de Berkshire....	6,766
Un acre, argile blanche dense............	12,154

Ces nombres n'expriment pas combien ces terres renfermaient d'ammoniaque, mais combien elles en auraient encore pu absorber dans l'air et dans la pluie ; ils expriment donc leur capacité d'absorption, laquelle peut être augmentée par un travail mécanique et par le drainage qui rendrait plus facile l'accès de l'air et de la pluie.

Le fait de la présence dans le sol d'énormes quantités d'ammoniaque provenant de l'air m'était bien connu ; mais la découverte que la terre peut enlever à l'eau de pluie l'ammoniaque qui y est contenue en dissolution, est due à M. Th. Way ; je la considère comme une découverte très-importante, qui explique d'une manière satisfaisante l'accumulation successive de grandes quantités d'ammoniaque dans un sol cultivé. J'ai trouvé par une suite d'essais (voyez mes *Annales de Chimie*, vol. 96, p. 379) que même le sol des environs de Munich, qui est très-riche en chaux et très pauvre en argile, possède au même degré que les terrains argileux la propriété d'enlever l'ammoniaque de l'eau. Ce sol calcaire, ainsi que je le ferai remarquer plus loin, contient toujours des nitrates, lesquels manquent presque complètement dans les terrains argileux ; le terrain à tabac de Cuba même, qui est très-riche en chaux et qui n'a jamais reçu d'engrais, renferme une forte proportion d'acide nitrique.

Si l'on rapproche mes conclusions de l'année 1843 avec les dosages d'ammoniaque que j'ai trouvés dans le sol en 1846, on comprendra pourquoi je me suis vu obligé d'abandonner mes anciennes opinions ; ces analyses du sol, ainsi qu'elles ont été faites, d'abord en Prusse, en Russie et plus tard par moi, à Munich, prouvent évidemment le manque de fondement de la thèse principale de MM. D. Gilbert et J.-B. Lawes, savoir « que les quantités d'azote fournies par les

sources naturelles des plantes, sont insuffisantes pour les besoins d'une bonne récolte de froment. » Ces sources offrent à la plante du froment cent fois et souvent mille fois plus d'azote qu'elle n'en a besoin pour son développement complet.

Il résulte naturellement de là, que toutes les conclusions que ces deux Messieurs ont tirées de leur thèse fondamentale sont fausses et ne sauraient être maintenues. Il en résulte encore que toutes les expériences et les faits qu'ils ont eu la prétention de renverser, subsistent et doivent être provisoirement maintenus.

J'ai exprimé dans mon ouvrage l'opinion que la culture ne peut épuiser l'azote dans une terre, car l'azote n'est pas un des éléments du sol, mais de l'air qui le prête au sol. Ce que perd le sol sur un point est aussitôt remplacé par l'air qui se trouve partout : d'où résulte que l'infertilité de nos champs ne peut provenir d'un manque d'azote (1).

J'ai été amené à cette opinion par l'observation de la culture dans des contrées entières (la vallée du Nil, la Suisse, la Hollande), et les mêmes observations appliquées à des localités plus rapprochées, me semblent propres à donner à chacun la conviction complète de cette vérité.

D'après la consommation journalière de Londres, MM. Lawes et Gilbert ont calculé que les deux millions et demi d'habitants de cette ville (2) absorbent annuellement plus de vingt-cinq millions un quart de livres d'azote. La composition des excréments solides et liquides montre que plus de dix-sept millions de livres d'azote, la plus grande partie sous la forme d'ammoniaque, sont emportées à la mer, le reste presque tout entier retournant à l'air. Cette évaluation est au-dessous de la vérité.

---

(1) Sous le nom d'azote, nous désignons ici et dans la suite, une combinaison azotée servant à la nourriture des plantes.

(2) Voyez Journal, of the society of arts, vol. III, n.° 120, p, 272.

Liverpool, Newcastle, Dublin, Bristol, Glascow et toutes les grandes et petites villes des côtes de la Grande-Bretagne sont tout-à-fait dans les mêmes conditions que Londres.

Si donc il était possible à un homme de s'élever à une certaine hauteur et d'embrasser d'un regard les Iles Britanniques, il apercevrait, en supposant l'ammoniaque visible, un fort courant d'azote allant chaque jour de la terre à la mer et à l'air, et équivalant annuellement à plus d'un million de quintaux métriques.

Ce qui est fourni à la terre par l'importation des bestiaux, du blé et du guano, en admettant annuellement 100,000 tonnes de guano, contenant en moyenne 4 1/2 pour 100 d'azote, ne s'élève pas encore au tiers de la déperdition de ce principe ; et cette perte s'accroît chaque année proportionnellement à la population.

Avant l'année 1840, époque à laquelle a commencé l'importation du guano, notre spectateur aurait aperçu, à son grand étonnement, que la Grande-Bretagne n'avait reçu jusqu'alors comme compensation qu'une portion encore plus minime. Cependant, loin de diminuer, la fertilité et le rendement des champs anglais ont toujours été en croissant depuis des siècles, et même, d'année en année, la quantité d'engrais azoté accumulée dans les fumiers des agriculteurs s'est continuellement accrue, malgré l'énorme déperdition mentionnée plus haut.

Il résulte sans aucun doute de cette considération que l'azote des végétaux provient d'une source constante et inépuisable. — Tout l'azote des animaux et des plantes provient de l'air ; chaque foyer où l'on brûle du bois et du charbon, toutes les nombreuses cheminées industrielles des pays manufacturiers, les hauts fournaux, sont autant d'appareils distillatoires qui enrichissent l'atmosphère par les éléments azotés des végétaux détruits. On peut se faire une idée de la quantité d'ammoniaque que l'air reçoit par ces différentes voies, en se rappelant que plusieurs fabriques de gaz d'éclairage retirent des eaux de lavage des milliers de quintaux de sels ammoniacaux.

En d'autres termes, si tout l'azote ou toute l'ammoniaque que les champs et les villes de la Grande-Bretagne abandonnent à l'air et à la

mer avait été exportée par ses navires depuis des siècles, non sous la forme d'ammoniaque, mais sous celle de viande et de blé, le pays n'en serait pas d'une livre plus pauvre en azote qu'il est à présent; il aurait certainement pu, sans cette perte, être plus riche, mais il n'en est pas devenu plus pauvre, parce que l'appauvrissement des champs, qui résulte de la culture, est compensée par la présence constante de l'atmosphère, laquelle abandonne de l'azote sur un point pour aller le reprendre sur un autre.

Mais si un pays, par l'exportation d'ammoniaque, ne peut pas perdre sa fertilité, il reste à savoir si cette fertilité peut s'accroître par l'importation seule de l'ammoniaque; si ce pays peut acquérir ainsi la possibilité de produire dans l'espace de 50 ans, par exemple, plus de grain et de viande qu'il n'en eut produit dans le même temps sans cette importation.

Cette question se résout d'elle-même, lorsqu'on recherche les causes de la fertilité de nos champs, de leur rendement le plus grand et de la continuité de ces rendements.

Avant d'aborder ces recherches, je me permettrai de présenter quelques notions historiques ayant pour but de marquer nettement le point de vue auquel je me suis placé dans cet écrit.

Il faut se rappeler, ai-je dit dans ma 2 e édition anglaise, que le but de l'auteur n'a pas été d'écrire un manuel systématique de chimie agricole, mais de faire la chimie de l'agriculture. Ce livre a conservé ce caractère dans toutes les éditions suivantes. La différence entre les expressions rapportées se comprend d'elle-même.

Un système de chimie agricole comprend la théorie et ses applications pratiques : un livre qui traite de la chimie considérée dans ses applications à l'agriculture, expose les principes chimiques et donne l'explication des phénomènes chimiques que présente la culture des plantes.

Un système de chimie agricole ne peut être écrit que par un agriculteur qui connaît les éléments de la chimie ; une chimie de l'agriculture peut être écrite par un chimiste possédant les principes généraux de l'agriculture.

Le système contient les règles relatives à la culture des champs, à l'engrais le plus favorable à leurs produits, tels que froment, turneps, etc.

La chimie agricole cherche à mettre en harmonie l'expérience des agriculteurs avec les lois naturelles ou les vérités solidement établies. « Le but de cet ouvrage est le développement du procédé chimique de la nutrition des plantes. » (page 3).

Si l'on voulait voir un système dans mon livre, celui-ci pourrait sembler écrit avec le plus grand désordre et plein des plus étranges contradictions.

Si d'un côté on vante l'utilité de l'ammoniaque, et si l'on recommande de la manière la plus pressante à l'agriculteur de recueillir soigneusement l'ammoniaque de ses fumiers pour la mettre sur ses champs; si enfin on lui donne les meilleurs moyens pour se garantir des pertes; d'un autre côté on dit que les plantes prennent tout leur azote dans l'atmosphère, et que l'azote des engrais, considéré comme un élément nutritif, contribue à peine à augmenter le rendement des terres.

Il n'est pas question dans mon livre de donner à l'agriculteur des conseils pour faire produire à sa terre de la manière la plus avantageuse le rendement le plus élevé relativement à certaines plantes.

Il n'y est pas question non plus de faire connaître si l'on doit donner ou non, dans l'engrais, de l'ammoniaque au froment, ou d'indiquer les plantes qui en réclament.

Toutes ces contradictions apparentes s'expliquent, si l'on se place au point de vue de l'auteur de l'ouvrage, comme cet auteur a le droit de l'exiger, et si l'on se décide à le suivre avec quelque attention dans ses considérations.

Les agronomes les plus distingués (Schwerz et Thaer), les naturalistes et les chimistes les plus célèbres (Berzélius, Gay Lussac, Boussingault, Payen, de Saussure), croyaient, avant l'apparition de mon livre, que la fertilité des champs, l'action des engrais, dépendaient uniquement de la contenance de ces derniers en humus ou matières organiques.

« Les effets de l'engrais organique sont merveilleux et incompréhensibles, dit Schwerz, » (*Manuel de l'Agriculteur pratique*, t. 3, p. 33). » — « C'est un véritable nœud gordien, c'est la limite de la science de la nature qu'Isis couvre encore des voiles du mystère. » — « Ce sont les extraits végétaux et animaux qui déterminent la valeur du sol en agriculture. » (De Saussure, *Bibliothèque universelle*, t. 36).

« Les plantes, dit Berzélius (*Traité*, 1839, p. 77), tirent les matériaux nécessaires à leur croissance, de l'air et de la terre, qui leur sont tous deux également indispensables. — La terre proprement dite, semble n'exercer qu'une influence mécanique sur la plante. » Plus loin, (p. 23, vol. VIII), « La chaux sert, partie comme excitant, partie comme agent chimique, pour rendre plus solubles les éléments fertilisants de la terre. — C'est pourquoi on ne peut pas appeler la chaux un engrais. Une autre influence de la chaux ou des alcalis de la cendre, c'est de transformer plus rapidement par leur action les matières organiques en humus. — On ne sait pas comment le gypse produit les effets avantageux que l'expérience a fait connaître. »

Ensuite, vol. VI, p. 101, « Nous avons vu par ce qui précède, comment les plantes s'assimilent le carbone et l'oxygène ; mais nous n'avons pas trouvé la source de l'hydrogène et de l'azote que plusieurs de leurs éléments renferment en quantité considérable. »

D'après les doctrines établies en 1840 par de Saussure et Sprengel, la vie animale et végétale était dépendante de la circulation de matières organiques, des substances qui avaient vécu elles-mêmes.

Si, par l'effet de cette circulation, tous les débris de plantes et d'animaux étaient mis en mouvement dans le sol cultivé et de cette façon utilisés, il n'y aurait pas, en dehors de ce cercle possibilité d'une augmentation de production par l'agriculture, ni d'augmentation de la population.

Mes recherches sur l'humus et sur les phénomènes que présentent la putréfaction et la décomposition (2.e partie de mon livre), m'avaient amené à une manière de voir toute différente.

L'accroissement de la vie organique est illimité.

Toutes les matières nutritives des plantes sont des substances inorganiques.

« Une relation merveilleuse existe entre la nature organique et la nature inorganique. Les aliments des végétaux sont des matières inorganiques ; les plantes fournissent aux animaux leurs moyens d'existence. Il en résulte que le but de la vie végétale consiste à fournir les matériaux destinés à la vie animale, à transformer les minéraux en agents d'activité vitale. (2.e édition, p. 2). »

L'acide carbonique, l'ammoniaque, l'eau, les acides sulfurique, nitrique, phosphorique, sont des subtances inorganiques ou minérales.

Indépendamment des aliments inorganiques qu'elles reçoivent de l'air, les plantes ont besoin, pour leur complet développement, de certains corps inorganiques provenant du sol, et qui sont ceux que l'on trouve dans la cendre après l'incinération.

Ces principes des cendres sont des aliments et non des excitants.

Les principes d'alimentation atmosphérique ne réagissent pas par eux seuls, mais bien lorsque les éléments du sol sont offerts en même temps aux plantes.

Si les plantes exigent pour leur nourriture et leur accroissement certains aliments puisés dans le sol, et provenant ordinairement de principes minéraux, la capacité nutritive du sol ou sa fertilité est en proportion avec la quantité des éléments qu'il renferme ; l'existence de ceux-ci est la condition la plus essentielle de la culture des plantes.

La faculté nutritive de l'air est en proportion avec sa richesse en matières nutritives gazeuses. Celles-ci, d'après leur nature et leur origine, appartiennent à la même classe que les éléments du sol ; elles sont inorganiques ; seulement ces derniers ne sont jamais gazeux. L'air et la terre étant regardés, dans leur état d'agrégation, comme opposés l'un à l'autre, je considérerai dans la suite, aussi par oppo-

sition, d'un côté l'acide carbonique et l'ammoniaque (éléments minéraux de l'air) comme aliments atmosphériques; d'un autre côté, les éléments minéraux du sol comme aliments minéraux terrestres. Je fais cette distinction à cause de leur état, ainsi qu'on en a l'habitude dans la science, quoique ces sortes d'éléments ne soient pas essentiellement différents par leur nature.

L'acide carbonique dans le calcaire, l'ammoniaque dans le sulfate d'ammoniaque n'étant pas gazeux, ne peuvent jamais être sous cette forme des éléments de l'air.

La *durée* de la fertilité d'un champ est en rapport avec la *quantité* ou la somme des éléments du sol, qui sont les conditions de sa faculté nutritive.

L'épuisement du sol par la culture est en rapport direct avec la fraction de cette somme qui est annuellement enlevée par la récolte.

Puisque ni les éléments atmosphériques seuls, ni les éléments du sol seuls, ne peuvent avoir d'influence sur le développement de la plante, les aliments atmosphériques sont les intermédiaires indispensables à la transformation des principes du sol en combinaisons organiques, et les éléments du sol les intermédiaires nécessaires à la transformation des éléments atmosphériques en blé et en viande.

Le produit d'un champ dans un temps donné, un an par exemple, est proportionnel à la fraction de la somme des éléments du sol qui ont passé dans les plantes que ce champ a rapportées.

Une récolte double renferme une double quantité de ces éléments.

Ces faits s'expliquent d'eux-mêmes et n'ont pas besoin de plus longue démonstration.

L'expérience prouve que dans la même contrée, le rendement de deux champs, ou leur produit en blé et en viande, est fort inégal. Une prairie fournira deux, trois et quatre fois plus de foin qu'une autre prairie de même surface placée dans les mêmes conditions extérieures. Un hectare de luzerne donnera une récolte deux ou trois fois plus grande qu'un hectare d'un autre champ. Il y a des champs, des pays entiers dans lesquels la luzerne ne réussit que peu ou point. — *Quelle est la raison de cette faculté de rendement si inégal?*

La surface d'un champ fertile et celle d'un champ stérile sont en relation avec le même volume d'air ; à toutes les deux l'atmosphère et la pluie apportent la même quantité d'acide carbonique et d'ammoniaque. Cependant sur le champ appelé fertile, il y a deux, trois et quatre fois plus de carbone et d'azote condensés sous la forme de foin ou de luzerne que sur le champ stérile ; il est clair que la cause de cette différence de récolte ne doit pas être cherchée dans l'air, mais bien dans le sol, dans les qualités inégales du sol, les conditions extérieures étant les mêmes.

Dans le champ fertile, la somme des éléments terrestres qui a passe pendant un an dans les plantes est deux, trois et quatre fois plus considérable ; cette somme étant en rapport soit avec la quantité, soit avec la disposition de ces éléments à être absorbés.

Dans ces cas, le rendement est sans doute proportionnel à la quantité des éléments minéraux contenus dans le sol, et non pas à celle de l'acide carbonique et de l'ammoniaque, car les deux champs reçoivent de l'air la même quantité de ces éléments ; mais sur un champ les conditions de leur transformation en plantes, dans un temps donné, étaient en quantité ou en qualité plus actives que sur l'autre.

Maintenant, en supposant que l'atmosphère fournisse à deux champs inégalement fertiles, deux ou trois fois plus d'ammoniaque et d'acide carbonique qu'elle n'en donne habituellement, les rendements seront toujours inégaux ; celui du champ fertile sera toujours plus élevé que celui du champ stérile, et cela toujours dans la même proportion, car les conditions de fertilité du sol sont restées les mêmes dans les deux champs, eu égard à la quantité d'éléments terrestres fournis.

Si les rendements de deux champs par un apport double d'ammoniaque et d'acide carbonique, sont plus élevés que par un apport simple, quoique toujours inégaux entre eux, cela provient uniquement de ce que sur les deux champs, eu égard à leur contenance et au temps, il y a plus d'éléments du sol actifs et assimilables. L'expérience prouve qu'on augmente le rendement d'un champ fertile en lui fournissant une quantité d'ammoniaque plus grande que l'air ne lui en donne.

Elle démontre de plus, 1.° que l'augmentation de rendement de deux champs n'est pas en rapport avec la quantité d'ammoniaque fournie; 2.° que le rapport d'un champ, dans un terrain argileux par exemple, peut être doublé ou triplé par une simple augmentation d'ammoniaque, tandis que le rapport d'un champ d'égale grandeur, dans un terrain sabloneux, n'est que peu ou point augmenté par l'apport d'une quantité double et triple d'ammoniaque. Comme l'efficacité des quantités d'acide carbonique et d'ammoniaque fournies est toujours subordonnée à la qualité du sol, on comprend que, même dans ces conditions différentes, le rendement doit toujours être en proportion avec la quantité d'éléments minéraux assimilables du sol. Un excès d'ammoniaque ne saurait suppléer à un manque de ces éléments, ni rendre bonnes des conditions défavorables.

Dans mon ouvrage, je me suis livré à des recherches sur l'effet d'une augmentation d'acide carbonique et d'ammoniaque dans le sol, et je suis arrivé à une explication toute différente de celle qui est généralement admise.

Au premier abord rien ne paraît plus simple et plus clair que cette opinion, savoir, «que les aliments atmosphériques apportés aux champs cultivés (par l'humus et l'ammoniaque), augmentent le rendement, parce qu'ils sont directement et sans intermédiaires employés a la nutrition.» Mais une analyse plus détaillée montre que cette manière de voir ne peut être juste en général.

Ainsi l'observation de la culture en grand fait voir que la quantité d'azote que les champs reçoivent dans l'engrais n'est qu'une minime portion de la somme d'azote récoltée dans les plantes. Dans la petite culture, on voit au contraire que la quantité d'azote provenant d'un champ richement engraissé par des sels ammoniacaux, n'est qu'une petite partie de celui qu'ont reçu ces champs.

Dans la culture en grand, on récolte beaucoup plus, et dans la culture en petit, d'après tous les essais faits avec les sels ammonia caux, on récolte beaucoup moins d'azote que les champs n'en ont reçu dans l'engrais. Notre explication est basée sur les considérations suivantes :

Si l'on se figure un lac rempli d'une masse d'eau inépuisable, fournissant par cent canaux un même volume d'eau à autant de moulins, on comprendra parfaitement que malgré cette égalité de volume du liquide, les effets résultant de la chute peuvent être très-inégaux : un des moulins moudra en vingt-quatre heures vingt sacs de blé, un autre en fournira dans le même temps trente, un troisième cinquante ou cent. Ces différences dans le travail avec la même chute d'eau, dépendent, comme on le sait, de la roue du moulin. Avec une roue mal établie, le tiers ou la moitié de l'eau peut passer dans les ailes sans produire d'effet utile ; le maximum de travail n'est obtenu que quand chaque goutte d'eau produit son effet particulier, lorsqu'on a fait disparaître tous les obstacles qui peuvent faire perdre l'eau ou paralyser son action, ce que tout meunier un peu familier avec la mécanique peut obtenir de chaque moulin par une forme et une disposition particulières de la roue et des ailes.

Il en est de même de l'atmosphère à l'égard des plantes. L'air et le sol forment un réservoir inépuisable d'ammoniaque et d'acide carbonique. Sur chaque champ se répand une quantité de ces principes égale mais limitée, suffisante pour la végétation la plus luxuriante. L'art de l'agriculteur consiste essentiellement à fixer sur ses champs toute cette somme d'acide carbonique ou d'ammoniaque, ou à la transformer en un maximum de pain et de viande. C'est ce qui arrive dans la culture des plantes.

Les plantes puisent leur nourriture par les racines et les feuilles. *Dans un temps déterminé, l'accroissement de la masse totale d'une plante est en rapport avec le nombre et la surface des organes destinés à lui transmettre la nourriture.* Voir p. 39. (1). La faculté qu'elle possède d'absorber l'acide carbonique et l'ammo-

(1) Tous les nombres sans spécification particulière d'ouvrage, se rapportent à la cinquième édition de ma « Chimie dans ses applications à l'agriculture et à la physiologie. » F. Vieweg et fils, Brunswick, 1846.

niaque, croît comme le nombre et la surface des feuilles et des fibres chevelues des racines.

Une plante ayant dix feuilles et dix racines chevelues, n'absorbera dans le même temps que la moitié d'acide carbonique et d'ammoniaque que pourrait absorber une plante ayant vingt feuilles et vingt racines. (Page 40).

Si toutes les conditions exigées pour le passage de l'acide carbonique dans les éléments des plantes, et dépendant du sol, se trouvent réunies suffisamment nombreuses et convenablement actives, alors seulement les organes d'absorption pourront condenser l'acide carbonique répandu autour d'eux. (Page 255). Si l'ammoniaque n'est pas apportée en même temps, la plante n'atteint pas son complet développement. (Page 136).

Mais lorsqu'on fournit dans le même temps aux racines et aux feuilles d'une jeune plante quatre fois plus d'acide carbonique que l'air n'en contient, il se formera dans ce temps quatre fois plus de feuilles, de tiges et de bourgeons. La surface de la plante, et par suite la faculté absorbante des feuilles sera rendue par cela même quatre fois plus grande; la nourriture principale puisée dans le sol sera en proportion avec l'accroissement de la masse; le nombre et la grosseur des grains dépendront de la quantité même des éléments minéraux que le sol aura fournis dans le même temps.

L'effet de l'acide carbonique et de l'ammoniaque apportés artificiellement (page 25), consiste donc essentiellement dans une *économie de temps* (page 276). (Accélération du développement dans un temps donné.)

Cette conclusion explique l'action de l'ammoniaque. On peut avoir une autre opinion relativement à ce mode d'action, mais il est tout-à-fait impossible de déduire de mon explication la conséquence que j'ai nié ou mis en question l'utilité de l'ammoniaque dans l'engrais : car cette explication suppose l'action favorable de l'ammoniaque apportée dans l'engrais comme reconnue et parfaitement établie.

D'après la même explication, le surplus ou l'augmentation du rende-

ment d'un champ dépend, dans la culture en grand, de la condition de fournir en temps convenable au sol, des sources d'acide carbonique et d'ammoniaque; ces sources, par le développement même des plantes, augmentent la surface absorbante des champs dans l'atmosphère et dans la terre. Une feuille double d'une autre en surface, étant en contact dans l'air avec deux fois plus de molécules, peut absorber dans le même temps deux fois plus d'acide carbonique; l'air se trouvera ainsi dépouillé plus complètement de son acide carbonique (1). Un nombre double de racines, reçoit du sol le double d'éléments. Par un travail mécanique, on fait disparaître du champ les obstacles qui s'opposent à l'action simultanée des éléments du sol; car si ces éléments ne sont pas fournis, en même temps, aux racines des plantes en quantité et dans des conditions favorables, le plus grand excès même d'acide carbonique et d'ammoniaque, ne peut avoir aucun effet.

Le drainage du sol favorise la végétation, en fournissant aux éléments de l'atmosphère un accès facile vers la racine; il augmente la récolte, parce que la végétation étant accélérée, l'absorption des aliments met moins de temps à s'accomplir.

En agriculture, il n'est pas d'agent plus important que le temps, et le trop peu de cas que l'on en fait est incontestablement le plus grand obstacle aux progrès agricoles : la juste appréciation de la valeur d'un

(1) Dans mes principes de chimie agricole, page 22, j'ai répété cette explication telle que je l'avais donnée en 1843. M. Lawes, croyant apparemment qu'elle était neuve, s'exprime ainsi à ce sujet (1856) : « Quelle est, pourrions-nous demander, l'économie du temps dans la croissance de la plante, sinon la différence entre la croissance naturelle et la croissance artificielle ou développée par l'agriculture? Car si l'on doit attribuer à une matière nutritive des plantes une valeur et une importance capitales, c'est bien à celle qui fait gagner du temps. (Journ. of the R. A. S. 1856, p. 453). »

Lorsque M. Lawes, il y a cinq ans, fut instruit de mon explication par le docteur Daubeny (journ., vol. XII, p. 40), il ne comprit pas encore évidemment sa signification. Mais maintenant l'intelligence semble lui en être venue. Il va sans dire que la science ignore la valeur réelle d'un aliment, chaque aliment pouvant, selon les circonstances, acquérir une valeur capitale.

engrais repose sur la connaissance que l'on a de ses effets dans un certain temps. Un engrais qui seul, pendant un an, a augmenté d'une manière extraordinaire le rendement d'un champ ne produira pas le moindre effet s'il est employé pendant cinq ans sur le même champ, dans les mêmes conditions ; la récolte pourra même diminuer. D'où résultera tantôt une dépréciation, tantôt une estime imméritée de cet engrais. Deux agriculteurs qui ont aujourd'hui la même opinion sur la valeur d'un engrais, arrivent en quelques années à une opinion toute opposée, parce que le même engrais, employé sur des terrains différents, exerce une influence très inégale par la durée ou la rapidité de ses effets.

Une source d'acide carbonique ou d'ammoniaque dans le sol, accélère l'effet des éléments terrestres sous le rapport du temps de leur action. Dans ce cas, le rendement plus élevé n'a pas d'autre signification. Si le rendement d'un champ pendant un an, sans ammoniaque, est représenté par 1,000, il y a eu pour cette récolte 1,000 parties des éléments du sol qui ont passé dans les plantes.

Si l'emploi de l'ammoniaque a élevé la récolte jusqu'à 2,000, c'est que dans le même temps il y a eu une quantité double des éléments du sol assimilés.

Il résulte de là qu'un sol contenant assez d'aliments minéraux pour suffire pendant cent ans à cent récoltes de froment, devient au bout de ce nombre d'années impuissant à produire cette céréale.

Si, par l'emploi de l'ammoniaque et de l'acide carbonique, ou de l'ammoniaque seule, le rendement d'un champ en une année est doublé, le même champ produira en cinquante ans, un rendement égal à celui qu'il aurait donné en cent ans, sans l'ammoniaque.

Par l'emploi de l'ammoniaque on n'aura donc au total augmenté la production *que relativement au temps*.

On comprendra maintenant que *le rendement des champs ou leur fertilité doit être en rapport avec la somme des aliments minéraux qui y sont contenus. La valeur du rendement dépend de la rapidité d'action des éléments du sol, dans un temps donné.*

Jusqu'à présent, les essais tentés en agriculture, pour la solution de ces questions, n'ont jamais été faits avec de l'ammoniaque seule ou de l'acide nitrique, mais bien avec des sels ammoniacaux et des nitrates.

Il est donc évident que si les acides, qui accompagnent l'ammoniaque dans les sels ammoniacaux, et les bases unies à l'acide nitrique dans les nitrates, prennent une certaine part à la végétation, c'est qu'ils agissent, dans ces circonstances, de la même manière, qu'une augmentation de la quantité des éléments du sol, ou qu'ils produisent une accélération de leurs effets.

Ces effets varient nécessairement avec l'addition des acides et des bases, selon qu'il y a pénurie ou abondance de ces principes dans le sol. Si, par exemple, on fournit à celui-ci un excès d'acide sulfurique ou de sulfate, l'ammoniaque avec l'acide sulfurique aura moins d'influence, et donnera un rendement moins élevé que le muriate d'ammoniaque, dans le cas où le sol est dépourvu d'acide muriatique ou de chlorure (sel marin).

Ainsi, le rendement des champs, engraissés avec des sels ammoniacaux ou avec des nitrates, ne peut jamais être proportionnel à la quantité d'azote seul; mais il doit être en rapport, c'est-à-dire augmenter ou diminuer, avec la nature et l'efficacité des matières qui accompagnent l'ammoniaque. Les expériences les plus belles et les plus décisives, relativement à cette question capitale, ont été faites de 1843 à 1846, par MM. F. Kuhlmann, de Lille, et Schattenmann (*Comptes rendus*, tom. 17. p. 1121, et *Annales de Chimie et de Physique*, tom. XVIII, p. 143 et tom. XX, p. 279).

Ces expériences sont à peine connues des agriculteurs ; je les exposerai donc en détail : elles n'ont pas peu contribué à rendre inébranlable la conviction que j'ai de la justesse de mes doctrines.

En engraissant une prairie avec de l'ammoniaque et des nitrates, M. Kuhlmann a obtenu, en 1843, sur la même surface, pour 100 parties d'azote, un surplus de foin, dans les proportions suivantes :

Pour 100 d'azote dans l'engrais.

Sous forme de	Excès du rendement.
Sel ammoniac........	2,439 parties de foin.
Sulfate d'ammoniaque..	2,160
Nitrate de soude......	4,005

Du nitrate de soude, contenant 100 parties d'azote, donna au moins 90 pour 100 de foin de plus que le sulfate d'ammoniaque renfermant la même quantité d'azote.

100 parties d'azote, dans le chlorhydrate d'ammoniaque, fournirent au-delà de 14 p. $^o/_o$ de plus que la même quantité d'azote, dans le sulfate d'ammoniaque.

La même prairie, engraissée, pendant trois années consécutives par du sulfate d'ammoniaque, du nitrate de chaux et du nitrate de soude donna, pour 100 d'azote, l'excès suivant de récolte :

Pour 100 d'azote dans l'engrais

Sous forme de	Excès de rendement.
Sulfate d'ammoniaque...	3,140 parties de foin.
Nitrate de chaux.......	2,593
Nitrate de soude........	4,870

La même quantité d'acide nitrique qui, en combinaison avec la chaux, avait donné 2,593 plus de foin, produisit, unie à la soude 4,870 livres, soit un excédant de plus de 90 pour 100. Ces nombres prouvent évidemment que les rendements d'un champ engraissé par des sels ammoniacaux ou des nitrates, ne sont pas en rapport avec la proportion d'azote fournie, puisque les mêmes quantités d'azote donnent sur un même champ des rendements très-inégaux.

Il résulte de plus de ces expériences, que si l'on ajoute aux sels ammoniacaux d'autres matières, possédant par elles-mêmes la faculté de prendre part à la végétation, c'est-à-dire de servir d'aliments, la proportion des rendements en azote doit changer encore, parce que l'effet résultant soit de l'azote lui-même, soit de son associé dans le sel, se trouve ajouté à l'action du nouvel aliment introduit.

En engraissant une prairie avec 666 parties en poids de sel ammoniac et de phosphate de chaux, M. Kuhlmann obtint dans les années 1844, 1845 et 1846, un rendement de 7,686 parties de foin plus élevé que le rendement fourni par une prairie d'égale surface non engraissée.

Une semblable prairie, engraissée avec 300 parties de guano, contenant 5 pour 100 d'azote, donna dans les mêmes années, un excédant de 2,469 parties de foin.

En conséquence :

100 parties d'azote sous la forme de	Donnent en excédant.
Sel ammoniac..............	2,439 parties de foin.
Sel avec phospbate de chaux...	4,367
Guano	16,460

En 1846, les expériences de M. Kuhlmann fournirent pour 200 parties de sulfate d'ammoniaque, un excédant de 2,533 parties de foin.

Une même surface, qui avait reçu 200 parties de sulfate d'ammoniaque, plus 133 parties de sel marin, donna 3,173 parties de foin.

La signification de ces nombres est évidente et facile à comprendre.

Quand les sels ammoniaux, employés comme engrais, sont accompagnés de substances minérales, également nutritives, les rendements sont en rapport non plus avec la quantité d'azote fournie, mais bien avec l'activité de ces substances.

Par l'emploi du phosphate de chaux, l'effet du sel ammoniac fut presque doublé ; par les matières unies à l'ammoniaque dans le guano, l'effet fut cinq fois plus grand que celui qu'on obtint de la même quantité d'ammoniaque dans le sel ammoniac. L'addition de sel marin au sulfate d'ammoniaque, augmenta l'action de celui-ci de 25 pour 100.

Il est évident que si le sol de la prairie eût contenu, dès le commencement, un excès de phosphate de chaux, l'engrais par le *sel ammoniac seul* aurait fourni, dans l'essai N.° 1, un rendement aussi élevé que le même sel uni au phosphate de chaux dans l'essai N.° 2 ; l'addition de phosphate de chaux n'aurait plus produit aucun effet *apparent.*

Des faits analogues se sont présentés dans les expériences tentées avec le sulfate d'ammoniaque mélangé ou non au sel marin. Si le sol par lui-même eut été riche en sel marin ou en chlorures, l'addition de 133 parties de sel n'aurait pas du tout augmenté l'effet des 200 parties de sulfate d'ammoniaque.

Dans les expériences de M. Kuhlmann, quand on représente par 100 l'excédant de foin obtenu de 100 parties d'azote, sous forme de sulfate d'ammoniaque, les excédants de rendement produits par les autres engrais azotés se trouvent dans la proportion suivante :

100 parties d'azote dans			le sulfate d'ammoniaque fourniront un excédant de	100
100	—	—	le nitrate de chaux, idem......	71
100	—	—	le nitrate de soude, idem......	155
100	—	—	le sel ammoniac accompagné de phosphate de chaux, idem...	136
100	—	—	le sulfate d'ammoniaque accompagné de sel marin, idem....	121
100	—	—	le guano accompagné de phosphate de chaux, de magnésie, de potasse et de chlorures, idem.	500

L'influence produite sur les récoltes de foin par les substances unies à l'azote dans l'acide nitrique et dans les sels ammoniacaux, est rendue assez évidente par ces nombres : — 100 parties d'azote, dans le guano, ont un effet cinq fois plus grand que 100 d'azote, dans le sulfate d'ammoniaque.

Si l'on représente au contraire par 100, l'excédant de foin obtenu

sur les mêmes prairies, de 100 parties d'azote dans le guano, les nouveaux excédants de rendement deviennent pour :

100	d'azote dans	le nitrate de chaux	14
100	—	le nitrate de soude	31
100	—	le muriate d'ammoniaque et phosphate de chaux	27
100	—	le sulfate d'ammoniaque et sel marin	24
100	—	le sulfate d'ammoniaque seul	20

En attribuant l'effet de ces amendements à leur contenance en azote, savoir : l'effet des nitrates à l'acide nitrique, celui des sels ammoniacaux et du guano à l'ammoniaque qu'ils renferment, il est évident qu'un cinquième seulement de l'ammoniaque du sulfate a produit de l'effet ; quatre cinquièmes ont été inutiles.

On obtient exactement le même résultat, en comparant l'excédant d'azote dans le foin récolté, avec la contenance en azote des sels ammoniacaux employés comme engrais.

D'après les meilleures analyses, on peut admettre que le foin sec contient 1 pour 100 d'azote.

100 parties d'azote sont donc contenues dans 10,000 parties de foin. En comparant avec cette dernière quantité, l'excédant de foin que 100 d'azote ont donné, dans les expériences de M. Kuhlmann sur les sels ammoniacaux, on trouve que cet excédant ne contient que $\frac{1}{5}$, ou au plus $\frac{1}{4}$ de l'azote fourni par l'engrais, et que par conséquent, les $\frac{3}{4}$ ou les $\frac{4}{5}$ de l'ammoniaque ont été sans effet.

M. Lawes, qui ignorait les essais de M. Kuhlmann, a établi un fait analogue pour le froment, par des expériences poursuivies pendant de longues années. Cet agriculteur reconnut, lui aussi, que dans de semblables circonstances, l'effet était incomplet, et qu'en général, on ne retrouvait, dans l'excédant des récoltes, qu'un cinquième de l'azote apporté par les sels ammoniacaux ; il tira, de ce résultat, la singulière

conclusion que le manque d'action provenait d'une véritable déperdition d'ammoniaque éprouvée par le champ, dans la culture du froment.

M. Lawes se figure que la partie d'ammoniaque qui est sans effet, est directement absorbée par les racines des plantes; qu'elle perd, par des raisons inconnues, sa faculté nutritive; qu'enfin elle est rejetée sous une forme quelconque par les feuilles et les tiges. — Cette opinion a contre elle plusieurs impossibilités. Elle suppose que toutes les particules de sel ammoniac resté sans effet, ont dû se trouver en contact avec les racines absorbantes; or, les sels ammoniacaux sont solubles dans l'eau, et se répandent dans toute la masse du sol; mais, dans tous les points de cette masse, ne se trouvent pas des fibres radicellaires pour absorber les particules salines. Il faudrait donc admettre que les extrémités des racines exercent sur les particules la même action qu'un puissant aimant sur des parcelles de fer disséminées dans un monceau de sable; tandis que nous savons que les racines ne peuvent absorber que les éléments immédiatement en contact avec elles: la force d'attraction ne se faisant pas sentir à une distance appréciable.

Enfin, aucune observation ne prouve que les feuilles et les tiges des plantes herbacées exhalent de l'ammoniaque. Comment, d'ailleurs, deux sels, sulfate et chlorhydrate d'ammoniaque, qui ne sont pas volatils, pourraient-ils être décomposés, dans ces circonstances, de manière à rendre libre l'ammoniaque qu'ils renferment? Tous ces arguments prouvent que l'hypothèse avancée n'a aucun fondement: pour expliquer un manque d'action, elle admet des faits contraires aux principes de la science. Dans l'explication que donne M. Lawes, chaque supposition est beaucoup moins intelligible que le fait même qu'il veut expliquer.—Le manque apparent d'effet varie, c'est-à-dire, s'élève ou s'abaisse, ainsi que le prouvent les essais de M. Kuhlmann, selon les matières qui accompagnent l'engrais ammoniacal. Ce manque d'effet se produit non-seulement avec des sels ammoniacaux, mais aussi avec des nitrates; ce qui rend l'explication de M. Lawes tout à-

fait inadmissible. Avec les nitrates la perte est moins grande, lorsque l'acide nitrique est accompagné de soude au lieu de chaux ; pour les sels ammoniacaux, l'addition de sel marin ou de phosphate de chaux amoindrit également la déperdition apparente.

Les engrais, riches en azote, ne produisent par eux-mêmes aucun effet. Leur action dépend du concours des conditions qui assurent leur efficacité ; si ces conditions font défaut, le plus grand excès d'engrais n'exerce aucune influence sur le rendement du sol. Il résulte naturellement de là, qu'en ajoutant, dans de justes proportions, aux sels ammoniacaux certains éléments nécessaires au sol, on doit suppléer au défaut apparent d'action. C'est une conséquence des expériences que M. Kuhlmann a faites sur le guano ; car, par cette addition, loin de constater une déperdition dans les excédants, on retrouva dans le foin 64 pour 100 plus d'azote que le guano n'en renfermait.

Ce surcroît d'azote provenait de sources naturelles, et l'on ne peut mettre en doute que les différents éléments du guano, unis à l'ammoniaque, n'aient joué le plus grand rôle dans cet emprunt fait aux sources naturelles. Si le guano n'eut pas renfermé d'ammoniaque, il y aurait eu encore une certaine absorption d'azote, par suite un excédant de rendement ; mais, si l'on avait ajouté les divers éléments du guano au sulfate d'ammoniaque, il aurait suffi, pour produire le même rapport, d'une quantité beaucoup plus petite de ce sel ; c'est-à-dire que, dans ce cas, il n'y aurait pas eu défaut, mais accroissement d'effet.

Jusqu'à ce jour, l'effet des sels ammoniacaux, quant à l'augmentation des rendements, a été attribué uniquement à l'ammoniaque qui y est contenue ; mais l'effet des sels ammoniacaux n'est pas identique à celui de l'ammoniaque pure. Le sel ammoniac contient un acide que ne renferme pas l'ammoniaque seule, et qui exerce une action sur les éléments du sol.

Les acides des sels ammoniacaux augmentent la solubilité des phosphates terreux, et désagrègent les silicates. Par désagrégation d'un silicate, on entend en chimie, une décomposition, qui donne aux

éléments de ce sel une certaine solubilité qu'ils ne possédaient que peu ou point à l'état de combinaison. Les silicates étant ainsi désagrégés, la silice nécessaire aux graminées, devient soluble dans l'eau, de façon que l'eau de pluie en peut rencontrer et dissoudre une quantité plus grande que sans l'intervention des sels ammoniacaux (1). Les aliments de l'atmosphère accumulés dans le sol, l'ammoniaque, par exemple, accélèrent l'action de ces éléments qui se trouvent à l'état soluble.

Les sels ammoniacaux rendent solubles les éléments qui ne l'étaien pas, de sorte qu'une plus grande quantité de ces derniers devien efficace et susceptible d'être absorbée par les plantes.

L'engraissement par l'ammoniaque et les sels ammoniacaux, a donc pour résultat d'enlever, la première année, dans l'excédant des produits récoltés, une partie des éléments du sol; ces derniers eussen été rendus solubles et efficaces les années suivantes par des causes naturelles. Le sol est ainsi moins riche en éléments la seconde année qu'il ne l'aurait été sans l'engrais par les sels ammoniacaux.

De deux champs dont l'un a été engraissé par des sels ammoniacaux, et l'autre est resté sans engrais, celui-là, dans la première année, donnera un rendement plus élevé.

Les deux mêmes champs, laissés tous deux sans engrais l'année suivante, présenteront un résultat inverse; le champ non engraissé la première année, devra donner, dans la seconde, un rendement sensiblement plus élevé que l'autre champ, parce que le rendement le plus grand suppose nécessairement une absorption plus grande des éléments du sol, par suite un épuisement proportionné à cette absorption. Un fort engraissement avec des sels ammoniacaux seuls, (en supposant que

(1) La silice hydratée est plus soluble dans l'eau pure que dans l'eau chargée de sels ammoniacaux. Mais, comme d'après les expériences de M. Way et les miennes, es sels ammoniacaux sont enlevés à l'eau par le sol et perdent ainsi leur solubilité, ils ne sont pas un obstacle à l'absorption de la silice par les racines. En outre, à cause de l'énorme quantité de pluie (un million de livres) qui tombe sur un acre de champ, la quantité des sels ammoniacaux restant en dissolution est trop minime pour pouvoir exercer une influence défavorable.

les éléments du sol pris par l'excédant de récolte ne sont pas remplacés) ne peut donc exercer aucune influence sur l'accroissement d'une récolte dans les années suivantes, parce que l'action des sels est en partie une action chimique.

Un corps qui a donné lieu à une réaction chimique perd, par cela même, la faculté de produire une seconde fois la même réaction.

Quand l'acide sulfurique ou l'acide carbonique déterminent une décomposition chimique, ils entrent dans une nouvelle combinaison et perdent ainsi complètement leur caractère destinctif.

D'après cela, on comprend pourquoi les sels ammoniacaux semblent avoir une action si peu durable, malgré l'excès d'ammoniaque que retient le sol pendant la seconde année ; cet excès ne peut exercer d'effet lorsque les conditions de son efficacité, les éléments du sol, manquent, par suite de leur disparition dans l'excédant de la récolte de l'année précédente.

Les expériences de M. F. Kuhlmann, ainsi que celles de M. Lawes, fournissent les preuves les plus convaincantes de cette conclusion.

Tous les champs que M. Kuhlmann avait engraissés, en 1844, avec de l'ammoniaque et des nitrates, donnèrent en 1845, sans engrais nouveau, un rendement inférieur a celui d'un champ de même nature et de même surface qui était resté sans engrais dès l'origine des expériences. Celui de ces champs qui avait reçu, en 1844, 500 parties de sulfate d'ammoniaque, donna en 1845, sans engrais, 8,340 livres de foin. Le champ non engraissé, en 1844, produisit 8,972 livres de foin, ou 632 livres de plus que le précédent. Le fait suivant est encore plus remarquable. M. Kuhlmann avait engraissé, en 1844, une partie de sa prairie avec un mélange, composé de 666 livres de sel ammoniac et de phosphate de chaux ; il obtint un excédant de 12,172 livres de foin par hectare. Dans la même année, le champ engraissé avec 500 livres de sulfate d'ammoniaque (sans addition de phosphate de chaux), fournit un excédant de 3,488 livres. Le premier avait donc rendu plus que le triple de la récolte du second.

Les herbes des prairies, ainsi que toutes les autres plantes, ont

besoin pour leur développement, d'ammoniaque et de phosphate de chaux, et en outre, d'autres aliments indispensables, tels que la silice, les alcalis.

En ajoutant du phosphate de chaux au sel ammoniac, on avait augmenté l'efficacité de ce dernier; de façon qu'on obtint de plus qu'avec le sel ammoniac seul, un total de 8,684 livres de foin. Cet excédant renfermait trois fois et demi plus de silice et trois fois et demi plus d'alcalis, dont le sol se trouvait d'autant appauvri que si l'on n'eût pas ajouté du phosphate de chaux au sel ammoniac. La disparition de ces aliments nécessaires, ne pouvait pas rester sans influence sur les récoltes suivantes. Le champ en question resta sans engrais en 1845, et reçut de nouveau, en 1846, 666 livres de sel ammoniac et de phosphate de chaux. Le champ, auquel on avait donné, en 1844, 500 livres de sulfate d'ammoniaque, resta également sans engrais en 1845, et reçut en 1846, une nouvelle addition de 500 livres du même sel ammoniacal. Voici ce qui arriva : le phosphate de chaux et le sel ammoniac, qui avaient accru, en 1844, de 8,484 livres de foin, le rendement de l'un des champs, fournirent en 1846, 3,592 *livres; tandis que le champ engraissé par du sulfate d'ammoniaque donna* 3,726 *livres, c'est-à-dire* 134 *livres de plus que l'autre.*

Les mêmes engrais, qui, dans une année, avaient eu tant de succès, et auxquels le cultivateur ignorant n'eut pas manqué d'attribuer une valeur prépondérante, perdirent leur efficacité dans les années suivantes, bien qu'ils fussent employés en même quantité, dans les mêmes conditions et sur le même sol; cette diminution, dans les effets des engrais, fut proportionnelle à leur efficacité première; au rendement le plus élevé de la première année, succédèrent les plus inférieurs dans la seconde et la troisième (1).

---

(1) Nous avons démontré qu'après avoir fourni au sol deux et trois fois autant d'azote qu'on en avait récolté, il n'y avait eu, dans les années suivantes, aucune augmentation qu'on pût attribuer à l'azote de l'engrais resté dans le sol, ou, lorsqu'il y en avait une, elle était excessivement minime, et devait être attribuée à la

Le docteur Wolf a fait des observations tout-à-fait semblables avec du nitrate de soude (Voyez *Appendice*).

On voit que l'effet de chaque engrais isolé, et le rendement qu'il produit, sont liés à des lois naturelles, constantes et invariables. Le cultivateur ne doit ni les dédaigner ni les négliger, s'il veut assurer la durée de ses récoltes. Avec les sels ammoniacaux seuls, l'on peut augmenter le rendement d'un champ momentanément, mais non pas accroître l'ensemble de la production. La quantité de grain et de viande qu'une surface donnée peut produire est dans un rapport déterminé, variable seulement avec la rapidité de l'action, et dépendant de la somme des aliments minéraux que le sol renferme et peut céder aux plantes.

Si M. Kuhlmann eût continué ses essais, de la même manière pendant 10 et même 18 ans, il est mathématiquement certain que pendant tout ce temps, il n'aurait pas récolté un centième de foin de plus que la prairie en eût donné sans l'emploi des sels ammoniacaux. Le succès d'un élément de l'engrais, dans une année, ne permet de tirer aucune conséquence relativement à ses effets dans la suivante ; si, par exemple, le phosphate d'os a agi utilement pendant cinq ans, on est bien sûr qu'il n'agira pas dans cinq années subséquentes.

On ne peut raisonnablement supposer qu'il existe pour l'alimentation des légumineuses et des graminées de nos champs, d'autres lois que pour les espèces des mêmes familles qui composent la masse des plantes de nos prairies. La nature ne peut avoir fait une loi spéciale et distincte, pour le froment par exemple.

---

grande quantité d'engrais que l'on avait fourni. (Lawes, journ tom. 16, p. 475.)

Plus loin : « Les exemples ci-dessus prouvent ce fait, qu'un amendement ordinaire avec des sels ammoniacaux n'a aucune efficacité pour la production du froment dans l'année suivante. » (Id. p. 78.)

Au lieu de : *prouve ce fait* (prove the fact), Lawes aurait dû dire, en langage scientifique : « les faits cités prouvent. » On ne peut pas prendre un fait pour preuve du même fait.

A cet égard, les expériences publiées en 1843, par M. Schattenmann, sont significatives et très-propres à lever tous les doutes. (Voy *Compte-rendu*, tom. XVII, page 1,128. — 1843.)

M. Schattenmann avait engraissé 10 parcelles d'un grand champ de froment avec du chlorhydrate et du sulfate d'ammoniaque; une parcelle égale resta sans engrais. Des premières, l'une reçut par acre anglais, 162 kil.; les autres des quantités doubles, triples ou quadruples, des même sels.

« Les sels ammoniacaux (dit M. Schattenmann, page 1130) semblent exercer sur le froment une influence considérable, car déjà, huit jours après le dépôt d'engrais, la plante prit une couleur vert foncé, signe certain d'une grande force de végétation. »

Le rendement obtenu par cet engrais ammoniacal fut le suivant :

ONT REÇU EN SELS AMMONIACAUX (1)	RENDEMENT EN KILOG.			
	Grain.	Paille.	En moins grain.	En plus paille.
1 acre Rien........................	1,182	2,867	»	»
1 — 162 kil., muriate............	1,138	3,217	44	348
4 acres 324 kil., 324 kil............. 486 k., 486 k. muriate moyenne.	878	3,171	304	314
1 acre 162 kil., sulfate..............	1,174	3,078	8	211
4 acres 324 kil., 324 kil., 486 kil..... 648 kil. moyenne...........	903	3,248	279	381

Ces résultats, obtenus en engraissant un champ de froment avec des sels ammoniacaux, en disent plus qu'un volume rempli de nombres.

Dans tous ces essais, le rendement du blé se trouva diminué par l'emploi des sels ammoniacaux. Sur le champ qui reçut la plus faible

(1) L'engrais était obtenu pour la dissolution de ces sels dans l'eau, de manière à marquer 1 à 2 degrés à l'aréomètre Beaumé.

proportion de sel ammoniac, le rapport fut moins diminué que sur les autres.

Il n'y eut que la récolte en paille d'augmentée. *Une livre de sel ammoniac donna, en moyenne, un excédant d'une livre de paille.* Toute personne peu habile à traiter des questions scientifiques, se serait crue en droit de tirer de ces essais, la conséquence suivante : *les engrais azotés sont parfaitement impropres à la culture du blé,* puisque leur emploi en diminue le rendement, et que cette diminution augmente avec la proportion de sels ammoniacaux qui constituent l'engrais.

Une telle conséquence est en contradiction directe avec les conclusions de M. Lawes, mais elle a tout aussi peu de fondement. Selon M. Lawes, *les engrais azotés sont particulièrement propres à la culture du blé*, puisque l'augmentation et la diminution du rendement en blé n'est pas en proportion avec l'ammoniaque.

Les expériences de MM. Kuhlmann et Schattenmann démontrent toute la valeur des principes scientifiques, relativement aux opinions que l'on peut se faire de l'effet des engrais isolés, et le danger de tomber dans un labyrinthe de contradictions, lorsqu'on ne veut pas admettre la théorie, comme seul guide certain, dans la pratique.

L'ammoniaque, l'acide phosphorique sont indispensables à toutes les plantes, aussi bien que la chaux, l'acide sulfurique et les alcalis. Les céréales ne peuvent prospérer sans silice soluble ; un grand nombre de plantes fourragères, sans sel marin. Mais, il arrive souvent que l'ammoniaque, l'acide phosphorique, le phosphate de chaux ou les alcalis, employés comme engrais, n'exercent que peu ou point d'influence sur la quantité des récoltes; et trop souvent on commet, en agriculture, la grande faute de tirer de ces résultats négatifs, la conséquence que les substances en question n'ont aucune action sur la production.

Si l'on considère que l'activité ou l'inertie d'une substance, efficace par elle-même, est subordonnée à de certaines conditions, on sera naturellement porté à n'admettre, dans les faits de cette nature, qu'une

seule espèce de conclusion, savoir que l'efficacité de la substance doit dépendre de la présence de ces conditions, et la nullité d'action de l'absence de ces dernières ou de certains obstacles provenant de leur orme et de leur nature. La théorie nous apprend quelles sont les conditions naturelles que doit présenter le sol pour rendre efficace un engrais isolé : elle fait connaître les raisons qui, dans certains cas, expliquent l'impuissance apparente de cet engrais.

En 1844, M. Kuhlmann récolta, sur une prairie engraissée avec un mélange de phosphate de chaux et de sel ammoniac, 3 fois 1/2 plus de foin, et dans ce foin, 3 fois 1/2 plus de silice, 3 fois 1/2 plus d'alcali et plus de 3 fois 1/2 de magnésie que par l'emploi du sel ammoniac seul. Si cette prairie n'avait pas été assez riche pour abandonner aux plantes un surplus de 3 fois 1/2 de ces matières, l'addition de phosphate de chaux n'aurait aucunement élevé le rendement.

En 1846, cette prairie se trouva précisément dans le dernier cas; car, cette année, l'addition de phosphate de chaux non-seulement ne produisit pas un accroissement de récolte, mais donna un rendement inférieur à celui que l'on aurait obtenu du sel ammoniac seul.

L'agriculteur ignorant, empirique, juge de la valeur d'un engrais d'après le résultat qu'il a obtenu pendant une, deux et quelquefois trois années; l'agriculteur éclairé estime toujours cette valeur par la considération de l'état dans lequel l'engrais laisse le sol après plusieurs récoltes successives. Cette valeur, en effet, n'est pas déterminée par le rapport d'une seule année, mais par la somme des rendements dans une suite d'années. Aucun des hommes qui ont rendu des services à l'agriculture, n'a plus clairement reconnu et proclamé ce principe scientifique ou cette loi naturelle des engrais, que M. Thaër; et une marque éclatante de son génie, c'est d'avoir, de si loin, devancé son époque. S'il lui avait été donné de vivre jusqu'à ces temps de progrès, où se trouve nettement formulée l'idée qu'il avait entrevue, relativement au rôle des éléments du sol, il regarderait avec mépris, indignation ou pitié, les insignifiants essais de nos agriculteurs modernes. (Voir par exemple, M. Alexandre Muller, dans la *Gazette de*

l'Agriculture allemande, 1855, 6.e cahier, page 168.) Ces prétendus savants, égarés par de fausses et déplorables conceptions, sont arrivés, dans leur appréciation de la valeur d'un engrais, à attribuer à une seule et même cause, la présence de l'azote, toute l'efficacité du nitrate de soude, du guano, des os traités par l'acide sulfurique, de la farine de tourteaux, du fumier de bestiaux, du guano saxon, des matières les plus différentes et des compositions les plus dissemblables, faisant ainsi abstraction du sol : le sol, origine de toute fertilité !

Une matière engraissante isolée telle que l'ammoniaque, le phosphate de chaux, la potasse, etc., n'a d'action, que sous la condition du concours d'autres matières; sa valeur est toute relative : chacun d'eux peut acquérir, dans certains cas, une valeur prépondérante : ce sont les éléments indispensables du sol qui en déterminent et règlent l'efficacité. Tous ces éléments seraient en abondance, que la plante ne saurait prospérer, s'il en manquait un seul.

De tous ces faits, il résulte que l'agriculteur, pour donner la fertilité à ses champs, doit, avant tout, se préoccuper de rendre efficaces et assimilables les aliments minéraux contenus dans le sol; rechercher, pour les écarter, les obstacles à cette assimilation ; augmenter la richesse de ce sol sous le rapport des éléments qui le constituent, suppléer à ceux qui lui manquent, et accroître la proportion de ceux qui s'y trouvent en trop faible quantité. Sous ces conditions seulement, il peut augmenter le produit de ses récoltes dans un temps donné, et pour les obtenir constamment avec la même abondance, il faut qu'il remplace les éléments enlevés par les récoltes dans les proportions mêmes où ils se trouvaient dans le sol producteur. Tout l'art de l'agriculteur doit tendre vers ce but ; ce n'est que lorsqu'il aura ainsi placé son terrain dans les meilleures conditions possibles, que les engrais azotés seront le plus efficaces.

Les effets mêmes les plus extraordinaires d'un engrais particulier, pris isolément, ne doivent pas le faire dévier de ces principes. De cette façon, il arrivera à une connaissance parfaite de ses champs et pourra en régler le rapport. En suivant, au contraire, les indications non fon-

dées de ses voisins, l'agriculteur devient dans ses opérations, l'esclave de la réputation d'un engrais ; et lorsque l'efficacité de celui-ci cesse, il court aveuglément et indéfiniment à la recherche de nouveaux moyens, et se prive ainsi de tout repos et de toute satisfaction.

En 1843, j'ai formulé de la manière suivante, les rapports d'action des éléments du sol et de l'ammoniaque employée comme engrais. (Voir pag. 275, 5.me édition de ma *Chimie dans ses applications à l'agriculture et à la physiologie* : « Il est donc parfaitement certain que par l'addition d'engrais azotés, par les sels ammoniacaux *seuls*, on ne peut augmenter ni la fertilité des champs, ni leur faculté productive ; qu'au contraire, cette faculté augmente ou diminue en proportion directe des aliments minéraux que l'engrais renferme. »

Comme explication, j'ai ajouté les développements suivants : il ne faut pas oublier que j'avais en vue trois sortes d'engrais, savoir : les sels ammoniacaux seuls, les sels ammoniacaux et les éléments du sol. et les éléments du sol seuls (p. 275) :

« 1.° Si les éléments du sol manquent, une forte proportion d'ammoniaque ne rendra pas l'azote assimilable. L'ammoniaque contenue dans les excréments animaux n'a d'influence favorable qu'en raison des autres matières, nécessaires à l'assimilation, dont elle est accompagnée.

« 2.° Si nous donnons à nos champs ces autres éléments indispensables, en même temps que l'ammoniaque, celle-ci est assimilée.

« 3.° Si nous ne fournissions que les éléments seuls du sol, la plante puisera l'azote dans l'air. »

Pour prévenir toute objection relative à l'utilité de l'ammoniaque, j'ai ajouté le paragraphe suivant (pag. 275) :

« L'ammoniaque favorise et accélère la croissance des plantes sur tous les terrains dans lesquels se trouvent réunies les conditions de son assimilation ; mais, si ces conditions manquent, elle est sans aucun effet sur la production des sucs nourriciers. »

Dans la crainte de voir mal interpréter les citations précédentes, et de me voir attribuer la fausse opinion, que, dans l'agriculture pratique,

le rapport des champs ne dépend que des éléments du sol *seul*, je dis pages 276 et 277 : « Pour éviter tout malentendu, je dois de nouveau rappeler que l'explication précédente n'est nullement en contradiction avec l'action de l'ammoniaque ou des sels ammoniacaux ajoutés artificiellement. L'ammoniaque est et demeure constamment la source de tout azote pour les plantes ; sa présence n'est jamais nuisible, elle est utile toujours, et, dans certains cas, indispensable ; mais il est de la plus haute importance que l'on sache parfaitement en agriculture, que l'addition de l'ammoniaque est inutile et superflue dans la plupart des cultures, que la valeur d'un engrais ne doit pas être estimée, comme on le fait en France et en Allemagne, d'après son contenu en azote, puisque cette valeur n'est pas proportionnelle à ce contenu. »

Nul homme de bon sens ne pourrait donner une autre signification à ces arguments, s'il tient compte de ce que j'ai dit dans le chapitre de mon livre *sur les engrais*, pag. 242, 243, 244, 245, 246, 248, 249, 250, et ailleurs, pag. 69, 72, 73, sur l'action de l'ammoniaque contenue dans l'engrais, et sur son utilité pour l'élévation des rendements.

On sait quelles sont les conséquences que M. J.-B. Lawes a osé tirer de ces considérations si simples et si intelligibles. En omettant le mot *engrais* dans son chapitre des conclusions, (*Journ. of the roy. Agric. soc.*, vol. XII, part. I, pag. 39.) il veut faire croire que j'ai soutenu l'assertion suivante : « Nous ne pouvons pas augmenter la fertilité de nos champs par l'addition de produits azotés ou de sels ammoniacaux seuls ; le rendement de ces champs croît ou décroît en proportion directe de la quantité d'aliments minéraux. »

Dans un nouveau mémoire paru en janvier 1856, et relatif à quelques points de chimie agricole. (Vol. XXXVI, p. 461), le même auteur m'a fait dire :

« En parlant de l'ammoniaque ajoutée au sol, il (Liébig) prétend qu'elle doit être *superflue*, lorsque le sol contient une quantité suffisante d'aliments minéraux. »

J'ai rapporté en entier, page 45, le paragraphe où se trouve le mot

« *superflue*, » et il est évident que ce mot s'applique à « *la plupart des plantes cultivées.* » En omettant la phrase précédente, M. Lawes réussit à donner à celle qui suit, une signification générale que je ne lui ai jamais attribuée.

M. Lawes veut faire croire, par ce moyen, que j'ai enseigné :

1.° Que l'action d'un engrais est en rapport seulement avec les substances minérales qu'il renferme;

2.° Qu'il est superflu de donner de l'ammoniaque dans l'engrais à toute plante cultivée (1).

---

(1) Il serait peu sensé de me rendre responsable de la fausseté des conclusions que certaines personnes ont pu tirer de mes leçons. Les écrits que j'ai fait paraître en même temps que la 3.e et la 4.e édition de ma chimie, dans les applications à l'agriculture, prouvent évidemment que jamais, dans aucun temps, je n'ai eu d'autres opinions que celles qui précèdent et que j'ai défendues dans mon opuscule intitulé : *Principes de Chimie agricole.* Dans mon manuel de Chimie organique (1843, p. 139, je dis : «De la connaissance des aliments que réclament les plantes, résultent pour l'agriculture quelques règles importantes :

» 1.° L'addition de végétaux en décomposition accélère la croissance des plantes, et augmente leur richesse en carbone par l'acide carbonique qu'ils leur fournissent ;

» 2.° Par l'addition de corps en décomposition renfermant du soufre et de l'azote, on crée dans le sol une source d'ammoniaque qui contribue à accélérer le développement de la plante.

» 3.o Le passage de l'acide carbonique dans les éléments végétaux étant produit par les alcalis ou les terres alcalines; de plus, la production des graines supposant nécessairement la présence de phosphates, il est évident que la croissance des plantes ne peut être favorisée et accélérée par l'acide carbonique et l'ammoniaque, que si l'on fournit en même temps à ces dernières les éléments minéraux indispensables. »

Enfin, je dis, dans mon Dictionnaire de Chimie, tom. II, p. 633 (La 1 re livraison de ce volume parut en 1842, la dernière en 1848 ; l'article *engrais*, duquel on a tiré ce qui suit, parut en octobre 1847 ; il était du docteur V. Hoffmann, autrefois mon préparateur à Giessen).

« Figurons-nous un champ qui renferme en abondance toutes les substances minérales, nécessaires à la plante, mais qui est complètement dépourvu d'acide carbonique et d'azote ; si l'air, l'eau et la chaleur se trouvent réunis dans des conditions favorables, on obtiendra des semences une riche récolte, mais non toutefois le maximum de récolte possible. *Le but de l'agriculture est de porter la production à son maximum.*

» Pendant le court espace de temps auquel est bornée la durée de nos plantes

M. Lawes dit (page 447 de son Mémoire de 1856) : « L'efficacité des sels ammoniacaux sur l'augmentation du rendement est parfaitement établie , d'abord par nos propres expériences ; de plus , elle est reconnue aujourd'hui comme un fait certain. » (*Année* 1855, *Liebig.*)

« Et comme il était impossible , en présence non-seulement de nos propres essais , mais encore de l'expérience universelle , de ne pas admettre cette opinion , comment le baron Liebig met-il d'accord cet aveu , avec la théorie qui avance que l'excédant de récolte est proportionnel aux substances minérales solubles, présentes dans le sol ?»

Dans ce paragraphe , M. Lawes développe encore plus clairement l'opinion qu'il a imaginée , et qu'il m'attribue faussement ; il veut en outre faire croire que j'ignorais en 1843 et 1846 les effets favorables de l'ammoniaque , que ses propres expériences étaient les premières qui eussent éveillé mon attention , quand c'est moi qui ai pour ainsi dire découvert le premier l'ammoniaque comme agent agricole , moi qui avais étudié et connaissais le mieux ses effets dans l'engrais ! ! Il veut faire croire que j'avais conseillé en particulier de ne pas donner d'engrais ammoniacal au froment , tandis que par un hasard assez

---

cultivées, nous ne pouvons atteindre au maximum de leur développement qu'à la condition de leur créer dans le sol , une nouvelle source d'acide carbonique et d'ammoniaque , ajoutée aux mêmes principes qu'elles peuvent puiser dans l'atmosphère. Par les racines restées dans le sol , par les sécrétions diverses des plantes anciennes , nos champs sont toujours pourvus d'une quantité suffisante de matières renfermant du carbone (humus), dont la décomposition donne naissance à une atmosphère riche en acide carbonique. Il suffit donc d'augmenter , par l'azote des excréments animaux , celui que les plantes trouvent dans l'ammoniaque de l'atmosphère.

» Ce que nous venons de dire montre de quelle valeur sont les excréments animaux pour l'agriculture , puisque bien employés , ils fournissent à nos champs, tous les éléments nécessaires non-seulement au développement naturel des plantes , mais encore à un accroissement artificiel. »

Telles sont , dit en commençant l'auteur de cet article , dans le livre qui porte mon nom , telles sont essentiellement les opinions que J. Liebig a exprimées sur ce sujet, en plusieurs endroits de son ouvrage : « La Chimie dans ses applications à l'agriculture et à la physiologie , 1846. »

singulier, le seul endroit de mon livre où il soit question de l'engraissement d'une plante spéciale, se rapporte à l'utilité de l'engraissement ammoniacal pour les céréales. (Voyez p. 174 de mon livre et p. 57 de mes *Principes de Chimie agricole)*.

Je dois avouer qu'en Allemagne on lit et on étudie les ouvrages scientifiques avec autant de légèreté et d'une manière tout aussi superficielle que dans les autres pays ; mais on n'oserait pas en Allemagne livrer de semblables réflexions à la publicité.

Pour moi personnellement, je n'ai pas le moindre intérêt à la solution des questions qui forment l'objet de ce débat avec M. Lawes. Si mes opinions sont victorieuses, je ne gagne rien dans l'estime des chimistes et des naturalistes, la seule qui me touche ; et je ne perds pas cette estime si les prétentions de M. Lawes sont triomphantes auprès des agriculteurs ; car les chimistes et les naturalistes reconnaissent les vérités que je défends comme lois naturelles, et ils sont parfaitement indifférents à l'issue d'un débat qui n'est pas de leur ressort et ne peut par conséquent pas les intéresser.

Si je viens défendre la cause des lois naturelles que l'on m'a fait l'honneur immérité d'appeler ma théorie, c'est dans un but plus élevé

Il ne s'agit point ici de savoir si l'aldéhyde est l'hydrate d'un oxyde organique, ou si le mellon contient 12 ou 13 équivalents d'azote dans un atôme ; la question est beaucoup plus importante ; elle est intimement liée au bien-être, à la prospérité et au progrès matériel des nations.

La véritable théorie agricole, fondée sur les lois de la nature, doit mettre l'agriculteur, qui la suit avec une constance invariable, en état de faire rendre à un champ la plus grande quantité de blé et de viande, et cela de la manière la plus durable et la plus économique, sans épuiser le sol.

Une théorie fausse ne conduit jamais à un tel résultat, car elle engage l'agriculteur dans une voie d'erreur qui l'en éloigne constamment.

J'ai traité mes théories chimiques comme des enfants qu'on lance dans le monde pour y subir les épreuves de la vie, sans m'en occuper

davantage. Des chimistes français ont porté des coups mortels à ma théorie sur les radicaux organiques, en l'attaquant sur tous les points; je ne m'en suis pas ému le moins du monde. Mes théories sur l'alimentation, la formation de la graisse, la putréfaction, la fermentation et la décomposition, sur le prussiate de potasse, la respiration, ont eu le même sort, et je n'ai pas songé un instant à dire un seul mot pour leur défense, car je reconnais à chacun le droit d'avoir une opinion sur un même fait naturel.

Si ces théories étaient fausses et erronées, ce n'était pas la peine de les soutenir; si elles avaient un fond de vérité, elles devaient vivre nécessairement, comme j'en étais persuadé; car la vérité est semblable aux rayons du soleil qui finissent toujours par dissiper les nuages. Toutes ces théories sont aujourd'hui admises en principe par la science, quoiqu'on ait cru en avoir anéanti jusqu'au nom, et tout cela sans que je me sois jamais laissé entraîner à une discussion à leur sujet.

Si j'ai accepté, l'année dernière, pour la première fois depuis dix ans, avec M. Lawes, une controverse que je n'ai pas commencée, on peut croire que ce n'était pas pour le vain avantage d'avoir raison, mais parce que je voyais attaqués, dans cette discussion, les intérêts les plus importants de l'Etat et de l'humanité, parce qu'il fallait résoudre la question de savoir quelle voie est la meilleure pour satisfaire aux besoins d'une population toujours croissante; parce que les revenus et la fortune de la partie la plus importante des habitants d'un pays, les propriétaires, pouvaient être accrus par des principes justes appliqués à la culture du sol, ou compromis par des principes faux.

Des millions d'hommes ont cru pendant des siècles et des millions croient encore aujourd'hui que le soleil tourne autour de la terre, parce qu'ils s'en rapportent aux apparences.

En s'en rapportant de même aux apparences, des millions d'agriculteurs ont cru, et des millions croient encore que tous les intérêts de l'agriculture pratique dépendent de l'*azote*. Pourtant cette opinion n'a jamais été scientifiquement reconnue et ne pourra jamais l'être, parce que tous les progrès et toutes les améliorations possibles en agriculture sont subordonnés à la *nature du sol*.

Depuis un siècle, l'agriculture européenne a fait les plus grands et les plus étonnants progrès; elle a réussi à équilibrer la production avec la population; nous avons vu des années de disette et des surélévations du prix des subsistances, mais nous ignorons les famines qui ont frappé les siècles passés. Une foule de causes ont contribué à ce résultat; entre autres l'équilibre résultant du commerce et des relations des peuples les uns avec les autres; mais toutes ces causes n'eussent pas amené la compensation, si l'agriculture n'eût pas réussi à retirer d'une même surface de terrain plus de blé et de viande qu'auparavant. Les grands progrès reposent sur une meilleure utilisation des engrais locaux, sur l'utilité d'une certaine rotation des cultures, sur l'introduction de nouvelles plantes, et enfin sur l'amélioration des champs par des moyens mécaniques et chimiques.

Par ces perfectionnements introduits dans l'art agricole et par une exploitation plus rationnelle et plus économique, on est parvenu, sans s'en douter, à accroître dans les champs la proportion des aliments que renferme l'atmosphère, et à condenser ces aliments sous la forme de fruits de la terre. L'art agricole est mort si le cultivateur, égaré par des maîtres ignorants et aveugles, base toutes ses espérances sur des remèdes spécifiques qui n'existent pas dans la nature, et si, ébloui par un succès passé, il se repose complètement sur l'efficacité de ces remèdes, en oubliant le sol, sa valeur et son influence.

Il serait insensé de croire que l'on a totalement épuisé les moyens, employés avec un succès évident depuis un siècle par l'art agricole, d'augmenter le rendement des champs et de rendre plus actives les sources naturelles de l'alimentation des plantes. Il serait aussi déraisonnable de penser que le salut de l'agriculture doit être cherché seulement dans l'introduction des engrais azotés provenant de pays étrangers. On peut pardonner de telles croyances à l'agriculteur empirique qui n'a devant les yeux que le gain du jour; mais l'agriculture vraiment scientifique doit tenir compte de l'avenir, et se préoccuper de la solution de questions beaucoup plus importantes que celles de la propagation d'un engrais.

A l'agriculture pratique appartient de prononcer sur les avantages de l'emploi de l'ammoniaque et des sels ammoniacaux, des nitrates, sous les deux points de vue suivants.

Le fermier cultivant un bien qui ne lui appartient pas, a le plus grand intérêt à tirer de ses champs, pendant la durée de son fermage, le plus haut rendement possible, et il ne se préoccupe pas de l'état dans lequel il les laissera à son successeur.

Pour ce fermier, les sels ammoniacaux et les sels très-riches en azote qu'il fait venir du dehors, sont les meilleurs et les plus avantageux.

Le propriétaire du bien a au contraire le plus grand intérêt à ce que ses champs restent dans l'état de fertilité dans lequel il les a confiés à son fermier.

L'emploi par le fermier d'engrais riches en azote amènera pour le propriétaire la ruine de ses champs. Plus il y aura d'éléments actifs retirés du sol par les récoltes, moins ils seront remplacés par des engrais artificiels, et plus ce système d'appauvrissement sera prompt à diminuer la valeur intrinsèque du terrain.

Il en est ici comme pour l'homme et le cheval qui travaillent; l'épuisement est en proportion du travail produit. Une nourriture appropriée remettra l'homme et l'animal en état de recommencer le lendemain le même travail. Mais toute erreur sur la nature de l'alimentation jette une perturbation dans les forces employées et finit par engendrer un état maladif.

L'engrais, que nous mettons sur un champ, agit sur les plantes qui y croissent, comme la viande et le pain sur l'homme, comme le foin et l'avoine sur le cheval. Une nourriture bien appropriée, donnée aux plantes, met le champ en état de produire l'année suivante une égale récolte. Une mauvaise proportion dans les éléments de l'engrais, change et détruit plus ou moins rapidement la fertilité du champ.

C'est parce que les agriculteurs ignorent cette loi de la nature ou n'en comprennent pas toute la portée, qu'ils ont fait et font encore tant d'inutiles écoles! Aujourd'hui l'azote et le phosphore sont la pa-

nacée universelle avec laquelle on prétend guérir tous les champs malades.

J'admets que l'on peut accorder un emploi libre et illimité du guano et des sels ammoniacaux pour la culture des céréales, si l'on donne à la fois aux champs pour chaque centième de guano, une quantité correspondante de cendres de bois (d'un bois dur), pour chaque centième de sulfate d'ammoniaque, de la cendre de bois et un centième de phosphate de chaux.

Il faut une grande présomption pour vouloir faire croire aux agriculteurs que *tous les champs* d'un grand pays ne manquent que de phosphore et d'azote, qu'ils ont en abondance tous les autres éléments indispensables à la culture des plantes. Il ne faut pas une ignorance et une crédulité moins grandes pour ajouter foi à des assertions qui sont aussi dénuées de preuves. Le fait est que des milliers, et même des centaines de milliers de champs, se trouvent dans les mêmes conditions que ceux de M. Schattenmann, dont le rendement en blé a toujours diminué au lieu de s'accroître par l'engraissement à l'aide des sels ammoniacaux seuls.

Plus est grand le rapport que produit un engrais artificiel, qui ne remplace pas tous les éléments nécessaires, et plus l'agriculteur mettra d'empressement à en adopter l'usage. La production du fumier d'écurie qui pourrait compenser en partie cet appauvrissement, diminuera dans la même proportion ; une foule d'agriculteurs croiront au moins pendant quelque temps, devoir y renoncer complétement.

J'espère que sur mille agriculteurs, il s'en trouvera un ou deux qui croiront ne pas nuire à leurs champs en suivant mes conseils, et je suis convaincu que, dans peu d'années, ils reconnaîtront l'utilité de ces conseils.

Les rendements élevés ne seront peut-être pas augmentés par ce complet remplacement des éléments minéraux, mais ils seront en tout cas plus durables. Ce n'est qu'avec la connaissance de la loi d'une fertilité continue que l'on parviendra à une agriculture rationnelle.

D'après les résultats de mes recherches sur l'alimentation des plantes,

un engrais animal (du fumier) agit par tous ses éléments, et ne peut être remplacé que par ces éléments (p. 177).

Un progrès réel dans l'agriculture ne me semble possible que dans le cas où l'on pourrait se rendre indépendant du fumier d'écurie, dont j'ai apprécié et fait connaître la valeur peut-être plus que tout autre.

Je considère comme un problème important à résoudre la fabrication d'un engrais artificiel qui renfermerait tous les éléments actifs du fumier d'écurie.

J'ai posé ainsi les principes de la préparation des engrais artificiels, dans des opuscules qui ont été très-répandus en Angleterre et en Allemagne : *An adress to the agriculturists of Great Britain, explaining the principles and use of artificial manures.* — *On artificial manures,* Liverpool, 1845.

« Si la fertilité du sol dépend de la présence de certaines substances minérales, si cette fertilité peut être rendue aux champs épuisés par des excréments d'hommes ou d'animaux qui renferment ces substances, si enfin l'action accélératrice de cet engrais provient de l'ammoniaque, il est évident que nous ne pourrons nous passer de cet engrais qu'en donnant aux plantes tous leurs éléments actifs dans la proportion et sous la forme les plus convenables à l'assimilation, telles que nous les présentent les champs les plus fertiles ou les fumiers les plus efficaces.

« Ce que nous savons, dans l'état actuel de la science, de l'effet de tous les éléments du fumier, doit nous convaincre que la source d'où ils proviennent est indifférente aux plantes.

« L'apatite fossile d'Espagne rendue soluble, la potasse du feldspath, l'ammoniaque du gaz de houille, doivent avoir sur la vie des plantes la même action que le phosphate de chaux, la potasse ou l'ammoniaque contenus dans le fumier d'écurie.

« Nous vivons dans un temps où cette conclusion doit être soumise à un examen complet et décisif, et si le résultat répond à ce que nous sommes en droit d'attendre, c'est-à-dire si les excréments animaux peuvent être remplacés par leurs éléments actifs, une nouvelle ère s'ouvrira pour l'agriculture. » (p. 10).

Cédant au désir de quelques amis, je me décidai, en 1845, à m'associer aux recherches faites dans ce but. Je leur donnai pour différents genres de culture des recettes pour la composition des engrais artificiels, desquels toutes les substances organiques étaient exclues, et dont la composition était basée sur l'analyse des cendres. L'azote, exigé pour un haut rendement, devait leur être fourni sous forme de sels ammoniacaux.

Dans mon ouvrage : *Sur les Engrais artificiels,* je dis, page 26 : *Sels ammoniacaux.* « On peut regarder comme certain que l'azote des plantes provient soit de l'ammoniaque de l'atmosphère, soit de l'engrais qui est donné au champ sous forme d'excréments solides ou liquides ; que les combinaisons azotées ne peuvent exercer d'influence sur la croissance des plantes que si leur azote s'est dégagé à l'état d'ammoniaque dans le mouvement de putréfaction et de décomposition. Nous pourrions donc remplacer avantageusement toutes les matières azotées par des sels ammoniacaux. D'après cette théorie, les engrais artificiels doivent contenir les éléments des cendres des plantes cultivées, et une certaine quantité d'azote sous forme de sels ammoniacaux, proportionnelle à la quantité d'azote nécessaire pour la récolte. »

Il est dit page 21 de mon avertissement :

« *Tout engrais destiné à être employé l'hiver suivant, contient une quantité d'ammoniaque représentant l'azote que renfermeront les plantes cultivées ; des essais dont je m'occupe présentement montreront si, dans l'avenir, le prix de cet engrais ne peut pas être fort diminué par la suppression de la totalité ou d'une partie de l'ammoniaque. Ce sera peut-être le cas pour plusieurs plantes, le trèfle et toutes les plantes très feuillées, comme les pois et les haricots ; mais mes expériences ne sont pas encore assez avancées pour que je puisse fournir de ces faits une démonstration certaine.* »

La preuve que mes engrais contenaient l'ammoniaque au nombre de leurs éléments, c'est que M. Lawes en a constaté la présence par un témoignage irrécusable. Il dit : *(Journal of the roy. Agr. soc.,*

vol. VIII, p. 21) *qu'il avait clairement reconnu l'ammoniaque à son odeur*.

Lorsqu'en présence de faits aussi bien constatés, un homme d'honneur soutient et veut faire croire que ces engrais ne contiennent et n'ont jamais contenu *que* les éléments des cendres des plantes, *qu'ils ne renferment pas d'ammoniaque*, on ne peut attribuer une telle contradiction qu'à un état de maladie mentale, que pourrait peut-être guérir un habile médecin, mais pour lequel la logique et la raison sont impuissantes.

Je confesse volontiers que l'emploi de ces engrais était fondé sur des suppositions qui n'existaient pas en réalité.

Ces engrais devaient amener une révolution complète en agriculture. *Le fumier d'écurie devait être complétement exclu*, et toutes les substances minérales enlevées par les récoltes remplacées par des engrais minéraux.

Les rotations ordinaires devaient cesser. On allait connaître celles des plantes qui avaient besoin d'ammoniaque dans l'engrais et celles qui pouvaient s'en passer.

L'engrais devait donner le moyen de cultiver sur un même champ, sans discontinuité et sans épuisement, toujours la même plante, le trèfle, le froment, etc., selon la volonté et les besoins de l'agriculteur.

Je suis convaincu que ces engrais présentaient, sous le rapport de la forme et de la solubilité, de grands défauts, qu'ils étaient susceptibles d'importantes améliorations, mais je ne crois pas que les principes sur lesquels est basée leur composition, puissent être jamais trouvés inexacts ou faux.

C'était en tout cas une idée malheureuse de supposer que les questions dont ces engrais devaient amener la solution, seraient comprises il y a onze ans dans toute leur signification, et qu'elles seraient soumises par les cultivateurs à un examen approfondi ; il était également peu sensé de m'engager à de pareils essais quand je ne pouvais espérer pouvoir leur consacrer le temps et les moyens nécessaires à leur complet achèvement.

En 1847 parut la première publication de chimie agricole de M. J.-B. Lawes *(Journ. of the roy. Agr. soc., of E.* vol. VIII, p. 1), avec cette belle épigraphe : ***Pratique et science.*** Dans cette publication, il décrit le nombre des essais d'où résulte, selon lui, que les engrais pour froment, préparés d'après mes préceptes, ont été sans effet et n'ont aucune valeur pour l'agriculture pratique. Mais, au lieu de se borner à la constatation du fait que l'engrais en question n'avait pas produit les effets qu'il en attendait, il crut avoir prouvé par ses expériences la fausseté de ma théorie et la nécessité de l'abandonner. Il dit, page 22 : «La théorie proposée par M. Liebig, savoir : ***que le rendement d'un champ s'accroît ou diminue en rapport direct avec l'augmentation ou la diminution des substances minérales contenues dans l'engrais***, est si manifestement capable d'induire en erreur le cultivateur, qu'il est de la plus haute importance de faire connaître partout sa fausseté. Le mépris que le cultivateur professe pour la chimie agricole a pour cause les erreurs où l'ont entraîné les maîtres de la science. »

Les expériences qu'avait faites à cette époque M. J.-B. Lawes, se rapportaient uniquement à mon engrais pour le froment et nullement aux engrais destinés aux autres cultures ; il me semble qu'il s'était beaucoup plus préoccupé de constater l'inefficacité de mon engrais que d'examiner ma théorie, préoccupation trop fréquente dans ces sortes d'essais ; et comme je m'aperçus que ni l'homme ***pratique***, ni son ***aide scientifique*** (Gilbert), n'avaient lu ou compris mon ouvrage, je ne fis, pendant plusieurs années, aucune attention à leurs objections. Chaque théorie nouvelle doit passer par l'épreuve de la contradiction et de la mauvaise interprétation des ignorants ; la mienne n'avait pas fait exception. Mais je m'en aperçus seulement il y a deux ans, lorsqu'à mon grand étonnement j'appris que l'on avait fait de ma théorie un mannequin, mis en présence d'un autre mannequin appelé ***théorie de l'azote.*** C'était l'œuvre de MM. Lawes et Gilbert. Comme les opinions de ces Messieurs avaient trouvé en Allemagne d'ardents partisans, je crus qu'il était alors de mon devoir de mettre au jour leurs erreurs, en proclamant la vérité.

Les moyens employés par MM Lawes et Gilbert pour démontrer fausseté de ma théorie et l'impossibilité de son application à l'agriculture pratique, sont d'une nature tout-à-fait exceptionnelle et méritent certainement d'être consignés dans les annales de l'agriculture comme une curiosité historique.

J'avais écrit : *que la nourriture de toute plante consistait uniquement en matières inorganiques.*

L'acide carbonique, l'ammoniaque et l'eau sont des combinaisons inorganiques : l'eau fournit aux plantes l'hydrogène; l'acide carbonique, le carbone; l'ammoniaque, l'azote.

Les matières organiques sont des parties ou des débris de végétaux et d'animaux.

Les engrais organiques sont ceux qui contiennent des matières organiques.

Les engrais inorganiques sont ceux qui ne renferment point de matières organiques.

Chaque proposition et chaque idée, émise dans mon ouvrage, étaient subordonnées, comme on doit bien le penser, à ces lois fondamentales, et l'examen de ces lois devait naturellement précéder celui de ma théorie.

Que fit M. J -B. Lawes?

Il imagina une théorie à lui, dont les principes sont en opposition directe avec mes opinions. Il dit : *(Journ. of the roy. Agr. soc.*, vol. VIII, p. 16) (1) *Les engrais organiques sont ceux qui peuvent fournir à la plante, par suite de décomposition ou de toute autre manière, des principes organiques tels que le carbone, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote.*

Les engrais inorganiques sont les substances composées des éléments minéraux que renferment les cendres des plantes.

---

(1) Organic manures are those which are capable of yielding to the plante by de composition or othe wise organic matter carbon, hydrogen, onygen, nitrogen.

Inorganic manures are those substances which contain the mineral ingredients o which the arhes of plants is found to consist.

D'après ces définitions, l'acide carbonique, l'eau, l'ammoniaque et les sels ammoniacaux ne sont *pas* des substances minérales. L'*engrais minéral* est celui qui ne contient *que* les éléments des cendres des plantes.

On doit accorder à chacun le droit d'avoir son opinion sur une théorie scientifique, et l'on ne pouvait empêcher M. Lawes de compter, contrairement aux définitions de la chimie, l'ammoniaque au nombre des matières organiques ; mais il lui était aussi peu permis qu'il était peu équitable de prétendre que sa définition était la mienne, et que *ses* opinions sur ma théorie étaient *mes* opinions, ainsi qu'il le prétend dans sa nouvelle publication. La réfutation de ma doctrine devenait de cette façon une tâche facile.

Je disais que tous les progrès de l'agriculture devaient être la conséquence du remplacement du fumier d'écurie par des éléments *inorganiques* actifs, et M. Lawes, appuyé sur ses fausses définitions, essaya de prouver que j'avais eu la prétention *de faire éliminer l'ammoniaque de l'engrais*, l'ammoniaque étant une combinaison organique ! !

Et lorsque dans mon opuscule (*Principes*, p. 90) je dis que les essais de M. Lawes prouvaient que le fumier d'écurie (engrais organique) pouvait être remplacé, sous le rapport de l'efficacité, *par des substances minérales*, puisque *le sulfate et le chlorhydrate d'ammoniaque* sont des substances de cette nature, il répondit :

« Les sels ammoniacaux, tels que sulfate et chlorhydrate, sont donc maintenant mis au nombre des engrais minéraux ! N'est-ce pas vouloir donner le change sur la question ? Un artifice aussi transparent serait à peine digne d'être signalé, s'il s'adressait seulement au lecteur savant (1). »

---

(1) Thus then « ammoniac sals » sulphate of ammoniac and sal-ammoniac are to be classed as mineral manures ! This is indeed begging the whole question ! But a manœuvre so transparent as this would not even require notice, were it only adressed to the scientific reader !!! (On some points, Journal, vol. XVI, p. 447.)

Dans mon opuscule, j'avais employé les mots : acide carbonique, ammoniaque et les éléments des cendres dans un sens d'opposition comme aliments de l'air et aliments provenant du sol, ce qui était inévitable pour l'explication, et M. Lawes ose avancer que j'ai admis cette opposition à son point de vue, c'est-à-dire en regardant l'ammoniaque comme une matière organique, hypothèse impossible dans mes idées; et il appelle mon explication une ruse ! ! « La ruse, dit-il, n'a pas été tout-à-fait sans succès (page 448). »

Ce qui étonne le plus dans ce débat si peu scientifique, c'est cette particularité qu'un grand nombre de savants agronomes allemands, admettant comme mienne, et sans autre examen, la théorie que me prêtait M. Lawes, ainsi que ses définitions de l'engrais, ont prétendu, pendant plusieurs années, que j'avais considéré comme engrais inorganiques ou minéraux les éléments des cendres, à l'exclusion de tous autres. Plusieurs de ces savants sont des chimistes qui auraient dû se proposer, dans l'intérêt bien entendu de l'agriculture, l'interprétation de vérités scientifiques, au lieu de se faire les panégyristes d'explications fausses relatives à des faits et à des hypothèses sans fondements.

Qu'ils aient adopté les opinions de M. Lawes, sur une théorie concernant l'agriculture pratique, c'est ce que je n'ai pas le droit de leur reprocher ; mais, il a fallu un grand degré d'irréflexion et de légèreté de la part d'écrivains agronomes, pour oser porter un jugement sur ma théorie, en considérant comme sources authentiques les journaux anglais plutôt que mes propres ouvrages.

L'historique de cette discussion avec M. Lawes, présente une foule d'incidents particuliers. Il y a deux ou trois ans, je reçus à Munich, la visite de M. le docteur Gilbert, anciennement mon élève, et maintenant l'aide scientifique de M. Lawes ; il m'assura verbalement que ses opinions ainsi que celles de M. Lawes, ne différaient pas au fond des miennes.

En effet, les expressions du nouveau mémoire dans lequel M. Lawes essaie de répondre à mes objections, sont la preuve la plus frappante de la vérité de ma doctrine, savoir qu'en agriculture pratique, on

doit, avant tout, avoir soin de remplacer dans les champs, les éléments du sol enlevés par les récoltes, si l'on veut conserver une fertilité durable.

J'avais particulièrement insisté dans mon livre sur ce fait, que l'ammoniaque *par elle-même*, ne pouvait produire aucun effet, en ajoutant toutefois qu'elle agissait d'une manière très-favorable quand elle était accompagnée de substances minérales pour favoriser son assimilation par les plantes.

Pour répondre à ce fait fondamental, M. Lawes prétendit, dans plusieurs passages de ses ouvrages, que l'ammoniaque seule (alone) et les sels ammoniacaux seuls exerçaient une influence puissante sur l'élévation des rendements, sans indiquer nulle part les conditions indispensables à leur efficacité. S'il avait fait connaître ces conditions, comment lui aurait-il été possible de me mettre en contradiction avec moi-même?

Il dit de la même manière, et sans autre explication, *que les engrais azotés sont particulièrement propres à la culture du froment.*

A l'objection faite dans mes « Principes, » que M. Lawes avait passé complètement sous silence les conditions nécessaires à l'efficacité de l'ammoniaque, il réplique (p. 452) :

« Pour répondre aux prétentions arbitrairement élevées à ce sujet (quarter), il est nécessaire de répéter, que toutes nos recommandations au cultivateur (relativement à l'ammoniaque), se rapportent, ainsi que nous l'avons dit et répété plusieurs fois, à l'agriculture telle qu'elle est généralement pratiquée dans ce pays, c'est-à-dire à l'agriculture pratiquée dans les conditions préalables que nous avons supposées, savoir : *un sol cultivé et une rotation des plantes.* »

Personne ne saurait comprendre d'après cette phrase, ce que M. Lawes veut dire par *sol cultivé et rotation des plantes.* Il n'entend pas que l'ammoniaque n'ait aucun effet sur un sol sans culture et sans rotation, car voici quelle remarquable explication il donne de sa pensée :

« Quelles sont les plantes auxquelles s'applique la rotation dans ce pays ? — Ce sont les racineuses et autres plantes de jachère, dont la culture sert à la nutrition des bestiaux d'une propriété ; la nourriture des bestiaux produit le fumier d'écurie, et le fumier d'écurie comprend les « conditions préalables » d'un remplacement périodique des ressources de la propriété, et une riche compensation aux éléments minéraux enlevés par les récoltes. Nous avons traité cette question plusieurs fois en détail, et nous avons dit qu'il fallait avoir égard à la nécessité de suppléer aux éléments minéraux lorsqu'ils venaient à manquer.

Nous savons, maintenant, ce que M. Lawes entend par les mots : « *sol cultivé, rotation* et *agriculture.* » Ils comprennent, selon lui, *le remplacement complet des éléments du sol, enlevés par les récoltes, soit par l'engrais d'écurie, soit, en cas d'insuffisance, par un complément d'engrais étrangers.*

Les agriculteurs et les écrivains agronomes allemands, peuvent conclure de là jusqu'à quel point M. Lawes est arrivé, par des essais de dix ans, à réfuter ma théorie, et à prouver qu'elle est inapplicable dans la pratique !!! *L'emploi de l'ammoniaque suppose que le sol contient toute la quantité d'éléments minéraux nécessaires à la production et à la succession de toutes les récoltes !!!* Il va sans dire, que dans un pareil cas, c'est à la pratique, et non à la théorie, à faire connaître les moyens par lesquels on doit procéder au remplacement en question.

Dans un voyage que je fis en Angleterre, l'automne dernier, j'eus des explications tout-à-fait inattendues sur le but principal des essais de M. Lawes. D'après ce que me dit le professeur Miller (du collége royal de Londres), lequel avait pris une part scientifique à cette affaire, M. J.-B. Lawes, fondateur d'une fabrique d'engrais artificiels, cherchait alors à obtenir le monopole pour la fabrication du sulfo-phosphate de chaux (superphosphate of lime). Mais, mon ouvrage, dont la 3.e édition (1843) contenait la description de cet engrais, fit échouer ce projet, heureusement pour l'agriculture anglaise. S'il eût

réussi à s'assurer le monopole de cette importante fabrication, je crois qu'il eût toujours laissé en repos, moi et ma théorie.

Ce n'était pas l'examen scientifique de ma théorie qui avait déterminé ses premiers essais, mais le désir naturel, dans sa position, d'écarter autant que possible les engrais que j'avais indiqués, de la concurrence avec les siens.

Il appela *examen de ma théorie*, l'examen de l'efficacité de mes engrais; il donna le nom de *preuves*, aux *faits* qui montraient que les rendements de ses champs d'expérimentation n'avaient pas été augmentés, par l'emploi de ces engrais; ces faits démontraient, selon lui, que l'engraissement du froment par les éléments du sol n'avait aucun résultat, et il en concluait que leur importation était sans utilité, pour ses champs en particulier, et les champs anglais en général.

Mais, comme les engrais que j'avais proposés renfermaient les éléments des cendres du froment en proportion suffisante pour une récolte, et telle que l'avait donnée l'analyse, M. Lawes prétendit que les expériences négatives faites avec ces engrais, démontraient la fausseté et la non confirmation par la pratique de l'opinion scientifique qui base l'appréciation d'un engrais sur sa composition chimique.

Et il fit connaître alors ce qu'était sa pratique. Cette pratique consistait dans le droit qu'il s'attribuait, à l'exclusion des plantes, de prononcer sur la nature de leur alimentation. Selon cette pratique, on ne devait pas donner aux champs les éléments tels que la plante les choisit dans le sol, mais on devait rendre à ce sol sa fertilité et remplacer les éléments disparus dans les récoltes, par des mélanges purement imaginaires, composés en dehors de tout principe chimique.

D'après ma théorie, on ne peut assurer la continuité des rapports d'un champ, qu'en remplaçant les éléments du sol enlevés par la récolte précédente, dans les mêmes conditions de proportion et d'efficacité. Sous ces conditions, un champ très-fertile fournit une série continue de riches récoltes; un champ médiocre, une série de récoltes médiocres.

Une plus grande quantité des éléments du sol n'accroîtra la fertilité d'un champ qu'en proportion des moyens d'alimentation nécessaires aux plantes qu'il possède déjà. Le rendement d'un champ, riche de ces derniers, n'augmentera pas quand on lui en fournira un excès, tandis que l'influence d'une pareille addition sur le rapport d'un champ pauvre ou médiocre, sera proportionnel au manque préexistant. La simple addition de chaux et de plâtre sur des champs qui en sont dépourvus, les rend propres à la culture du trèfle qu'ils n'auraient pu produire auparavant.

Un champ très fertile, par la succession de plusieurs cultures faites sans aucun engrais, deviendra de qualité médiocre, c'est-à-dire ne donnera plus au bout d'un certain nombre d'années, que des récoltes de moindre valeur; et si à partir de ce moment, on ne remplace des éléments du sol que la partie enlevée l'année précédente, la production continuera à être médiocre.

Pour rendre à un champ, ainsi épuisé par des cultures successives, sa fertilité primitive, il faudra lui rendre *tous* les éléments du sol enlevés pendant la durée de l'épuisement.

Ces règles relatives à l'engraissement d'un champ sont tellement simples, que l'on devrait supposer qu'elles n'ont besoin d'aucune explication ; pourtant M. Lawes n'en a tenu aucun compte dans ses essais sur les engrais ; elles n'ont pas été mieux observées dans d'autres expériences semblables ; d'où je conclus que les résultats obtenus n'ont aucunement la signification qu'on leur attribue.

M. Lawes, pour étudier l'influence des cendres des plantes et l'efficacité des engrais de froment, que j'avais proposés, avait choisi un champ qui, dit-il (*Journal*, tom. VIII, p. 7) « avait été réduit par les cultures précédentes au degré de fertilité le plus inférieur. »

Au lieu de remplacer sur ce champ de froment, les éléments enlevés au sol pendant quatre, six et peut-être huit années, par une quantité d'engrais quatre, six ou huit fois plus grande que celle exigée primitivement pour une seule récolte, M. Lawes n'engraissa ce champ épuisé qu'avec 448 livres de mon engrais, soit simplement la quantité

nécessaire (d'après mes indications), par acre anglais; cet engrais contenait, selon M. Lawes lui-même, un peu moins de la moitié de son poids en éléments des cendres du froment; et il s'étonne qu'un pareil champ, qui avait reçu ainsi environ un grain d'éléments minéraux pour 4 pouces cubes de terre sur 12 pouces de profondeur, n'ait rapporté que 15 pour 100 de plus qu'une égale surface de terrain non engraissé! — D'après ma théorie, M. Lawes aurait dû donner quatre, six et peut-être huit fois cette quantité d'engrais.

Dans de telles circonstances, il ne devait pas s'attendre à un rendement élevé. La seule chose sur laquelle il pût compter, était d'obtenir ce même rendement, en renouvelant l'engrais dans les années suivantes.

M. Lawes ne considère nullement la question principale, celle relative à la durée des rendements obtenus pendant une suite d'années, soit en faisant usage d'engrais de froment dont l'analyse avait indiqué la composition, soit en employant les mélanges qu'il avait imaginés lui-même.

Il est évident que l'inactivité réelle ou apparente des engrais préparés selon mes instructions, devait être expérimentée par une personne qui aurait voulu examiner à fond ma théorie. Un seul essai ou un seul fait ne prouve ni pour ni contre une théorie.

Lorsque l'essai ou le fait doit servir de preuve, il faut expliquer le succès ou l'insuccès, c'est-à-dire rechercher et mettre en harmonie avec les principes de la science les causes du résultat.

Chaque essai n'a pas, sous ce rapport, la même valeur : une expérience faite à la légère ne saurait être comparée à celle qui est entreprise et achevée avec une sérieuse réflexion. L'auteur de cette dernière prend en considération les conditions de succès et les causes possibles d'insuccès; il connaît la nature de ces causes; l'autre les ignore et ne cherche pas à les connaître. Lorsqu'on veut démontrer la fausseté d'une théorie par des expériences contradictoires, on peut toujours y réussir, cette théorie fût-elle la vérité même. Car rien n'est plus facile que de faire des expériences dont les résultats soient en

contradiction avec la vérité, et plus ces expériences sont mal conçues et mal exécutées, plus leurs résultats sont manifestement contraires à la doctrine qu'ils doivent combattre.

Si M. Lawes avait sérieusement voulu faire l'examen de ma théo rie, il aurait dû se proposer de résoudre expérimentalement les questions suivantes :

En admettant que la théorie soit juste, les éléments des cendres de froment dans l'engrais doivent exercer une action parfaitement déterminée et reconnaissable sur la croissance de cette plante et sur le rendement en grain et en paille. La raison de l'inactivité apparente de l'engrais de froment préparé peut donc résider :

1.° *Dans sa forme et son état ;* il avait été préparé par fusion et l'état cristallin de ses éléments pouvait être un obstacle à sa solubilité ;

2.° *Dans sa composition ;* cette composition pouvait n'être pas conforme en réalité à l'instruction ; ou les proportions admises par la théorie étaient insuffisantes pour les besoins du froment pendant sa croissance.

3.° Dans la quantité nécessaire pour rendre au champ sa fertilité primitive.

Pour répondre à la première question, M. Lawes devait faire, avec les éléments des cendres de froment, des mélanges à différents degrés de solubilité, et les employer comme engrais ; ou mélanger l'engrais de froment lui même avec des quantités déterminées de fumier d'écurie, puis le laisser reposer en tas pendant deux ou trois mois avant son emploi, dans un état convenable d'humidité. L'acide carbonique, qui se dégage par la décomposition, est un puissant moyen pour désagréger les minéraux et rendre solubles leurs éléments. Dans le résultat, on devait tenir compte de la quantité de fumier d'écurie entrée dans le mélange.

Relativement à la deuxième question, l'analyse chimique aurait décidé si l'engrais de froment avait ou n'avait pas la composition prescrite. Il eût été facile de vérifier par des mélanges d'éléments des

cendres faits dans d'autres proportions, par exemple en augmentant la quantité de phosphates, si la raison de l'inertie devait être attribuée à un manque de ces derniers.

Pour résoudre enfin la troisième question, il fallait rechercher si en augmentant du double, du triple et du quadruple la quantité d'engrais minéral, le rendement en grain et en paille n'aurait pas augmenté dans une proportion remarquable. C'est surtout après avoir résolu ces questions expérimentalement que l'on pouvait raisonnablement porter sur la vérité de la doctrine un jugement précis, tel que le suivant :

Les éléments des cendres du froment sont nécessaires à la croissance de cette plante : un engrais qui contient ces éléments, dans les proportions indiquées par l'analyse et dans l'état le plus propre à leur assimilation, plus une certaine quantité d'ammoniaque pour en hâter les effets, est capable ou non de rétablir d'une manière durable la fertilité primitive d'un champ ou de faire produire à un sol pauvre des rendements élevés.

De toutes ces conditions indispensables à l'examen de la théorie, ni M. Lawes, ni aucun autre expérimentateur ne s'est préoccupé d'une seule, de sorte qu'il est incontestable que toutes les expériences faites à ce sujet n'ont pas la moindre autorité. En donnant à ces champs, complètement épuisés par plusieurs cultures successives, un engrais composé des éléments des cendres à l'état cristallin et dans les proportions convenables pour un rendement moyen, M. Lawes a en effet obtenu un rendement moyen en grain et en paille. — C'est un cas prévu par la théorie.

Mais toutes les conclusions qu'il tire de ce fait sont fausses. Il est absurde en effet de conclure de ces essais incomplets que les éléments des cendres de froment n'ont eu aucune influence sur le rendement de l'année d'expérimentation, qu'ils n'en pouvaient avoir aucune sur le rendement des années suivantes, que le froment avait besoin, pour croître, des éléments des cendres, mais dans des proportions autres que celles indiquées par l'analyse.

M. Lawes a négligé toutes les opérations préalables qu'un véritable savant se serait imposées, pour acquérir le droit de condamner une théorie ; il a entrepris toute une série d'expériences les plus variées, avec ses propres mélanges composés sans aucune donnée scientifique; pourquoi donc a-t-il évité de faire des expériences avec des mélanges basés sur des principes théoriques ? Evidemment parce que la théorie et les intérêts de l'agriculture lui sont complètement indifférents. — Quel avantage pouvait-il raisonnablement lui revenir, soit de prouver la justesse des fondements de ma théorie, soit de rechercher les voies et moyens propres à accélérer l'activité des engrais composés d'après les principes de la science ?

On remarquera que M. Lawes, dans tous ses écrits, confond indistinctement *la théorie avec l'engrais ;* comme si les lois relatives *à l'alimentation* pouvaient être confondues *avec les aliments*. Si le résultat d'un engrais sur un certain champ peut être considéré comme une preuve de la justesse de l'idée théorique, sur laquelle repose sa composition, les pilules de Morisson sont des preuves frappantes de la vérité de sa théorie sur les maladies du ventre, laquelle n'est admise par aucun médecin sérieux : les effets favorables de ces pilules prouvent tout simplement que dans beaucoup de cas les purgatifs agissent utilement, de même que les sels ammoniacaux sont dans un grand nombre de circonstances d'excellents moyens d'augmenter, sous certaines conditions, le rendement des champs.

De cette confusion d'idées résulta donc que la défense de mon opinion était équivalente pour M. Lawes à une attaque de l'efficacité de ses engrais ; et dans la position où il se trouvait en ébranlant la confiance et la justesse de ses assertions, on ébranlait la confiance de ses clients dans la bonté de ses produits. C'est pourquoi il engagea les hommes les plus honorables, M. Pusey, l'éditeur actuel du Journal de la Société agricole d'Angleterre, à donner à ses publications, pour tranquilliser ses clients, des témoignages qui ne disent rien en réalité, si ce n'est que *ma théorie* (mes engrais) est mauvaise, et que la pratique s'est prononcée en faveur de la bonté et de l'efficacité des engrais, c'est-à-

dire de la théorie, de M. Lawes. Voilà un procédé tout à fait inusité dans une discussion concernant des questions qui touchent de si près à la fortune publique ; mais il trouvera un juge sévère dans l'histoire de l'agriculture.

Jusqu'à l'année 1847, personne en Europe ne s'était imaginé que, dans mes idées, le rendement des champs était en rapport *seulement* avec les substances minérales contenues dans l'engrais, et que par conséquent il ne fallait pas donner aux céréales d'engrais ammoniacal.

Avant l'apparition de la première publication de M. Lawes, les naturalistes et les agriculteurs reconnaissaient que je m'étais appliqué à diriger leur attention sur des conditions toutes particulières de la fertilité des champs, conditions dont je faisais valoir l'importance d'autant plus qu'elles avaient été négligées jusqu'alors. L'action de l'ammoniaque ou des engrais azotés était admise et établie longtemps avant moi ; l'avenir décidera de la valeur de cette croyance. Tout ce que MM. Lawes et Gilbert ont pu accumuler dans leur nouveau mémoire de témoignages empruntés aux journaux américains et européens en faveur de leur opinion sur ma doctrine, — et je suis convaincu qu'ils n'ont rien omis, — n'est autre chose que l'écho de leurs fausses interprétations et de leurs propres inventions. Ce n'est pas la peine de perdre des mots pour discuter sur ces témoignages sans valeur.

Quiconque veut, avec impartialité, soumettre les essais de MM. Lawes et Gilbert à un examen approfondi, acquerra la preuve que ces Messieurs, eu égard à la direction de leur esprit, étaient complétement incapables d'arriver à une conclusion de valeur réelle pour l'agriculture pratique.

Ils n'avaient pas l'intention de montrer par leurs expériences comment les cultivateurs devaient s'y prendre pour améliorer leurs champs, ni de faire connaître les meilleures méthodes de culture pour différents terrains, ni d'indiquer comment on devait approprier la nature des engrais à la composition géologique du sol ; mais ils se proposaient

simplement de rechercher les engrais les plus actifs pour leurs champs d'expérimentation, et en réalité ils ne les ont pas trouvés.

Après dix années d'essais, ils n'ont pas réussi à donner aux cultivateurs une seule recette d'engrais efficace, soit pour une contrée, soit pour un terrain, soit pour une plante.

Si j'avais trouvé, moi l'homme de la théorie, comme résultat principal de mes travaux, que par l'emploi de cinq livres d'ammoniaque dans l'engrais, on obtenait un excédant d'une livre d'azote en blé, et si j'avais prouvé par des expériences que l'excédant de rendement dû à une livre de sulfate d'ammoniaque, représentait deux livres de grain et trois à quatre livres de paille ; (Voy. Journ. XII. p. 10.) si enfin, m'appuyant sur ces faits, j'avais recommandé aux agriculteurs l'ammoniaque comme la base de l'agriculture, avec quel mépris les hommes pratiques n'auraient-ils pas accueilli ces conseils (1) ?

Quand même une Providence favorable aurait, dans sa miséricorde pour l'agriculture, fait tomber sur les champs deux fois plus d'ammoniaque qu'il n'en faut pour une récolte complète de froment, M. Lawes n'aurait pas encore été satisfait. S'il lui eut été donné d'exprimer ses vœux à cet égard, il eut prié la Providence de faire arriver, ***sur ses propres champs***, et dans ses mélanges, ***cinq fois*** la même quantité. Alors seulement il eut pu récolter un peu plus de la moitié de ce que ses champs pouvaient rapporter sans aucune addition d'ammoniaque. De pareilles idées seraient simplement ridicules, si elles n'étaient aussi nuisibles dans leurs conséquences ! ! !

---

(1) « Je suis porté à croire, dit M. Lawes, que dans la pratique nous pouvons regarder cinq livres d'ammoniaque comme nécessaires à la production de chaque boisseau (60 à 64 livres) de froment, en plus du rapport obtenu dans des conditions naturelles de sol et de température. (Journ. VIII. T. I, p. 246). Plus loin : « Nous n'avons pas l'intention de traiter complètement la question au point de vue de la justesse de cette observation, mais nous pouvons remarquer en passant que, parmi les champs d'expérimentation dont nous avons parlé dans les pages précédentes, l'ammoniaque ne nous a fourni, jusqu'à la dernière récolte et dans les meilleures conditions relatives à l'addition des substances minérales, aucune augmentation de rapport qui ait atteint celui de notre appréciation. (p. 482).

Si l'agriculture est un art qui suppose dans son application, de la raison, de la réflexion et de l'habileté, l'agriculture de M. Lawes n'est plus un art.

Il y a en circulation dans le monde une grande masse d'or et d'argent, et l'art de s'enrichir consiste pour un homme à connaître le moyen de diriger vers sa caisse un filet de ce grand torrent ; de même il circule dans l'atmosphère et dans le sol, une quantité relativement inépuisable de matières nutritives, et l'art de l'agriculteur consiste à trouver et à employer les moyens de rendre ces matières efficaces pour ses plantes ; plus il peut prendre d'éléments à l'océan mobile (l'atmosphère) pour les ramener à l'agent immobile de la production (le sol), et plus il accroît par ses produits la somme de ses richesses.

Arriver expérimentalement à cette conclusion, que l'on doit donner en moyenne 5 livres d'ammoniaque pour une livre d'azote, c'est donner la preuve que l'on n'entend rien à la question. Si une telle conclusion était vraie, tous les sels ammoniacaux de l'Europe ne suffiraient pas aux besoins des champs de l'Angleterre, et avec toute cette énorme dépense d'azote, on n'obtiendrait encore qu'un résultat insignifiant.

Les essais cent fois répétés de M. Lawes, n'ont fait qu'ajouter quelques centaines de gouttes à l'océan des faits connus ; ce sont des centaines de haillons dont l'agriculture ne pourra jamais se faire un vêtement ; aucun de ces faits ne pourra acquérir plus de valeur que des faits identiques connus et éprouvés avant les expériences dont il est ici question. Les efforts impuissants de M. Lawes, pour résoudre la question relative à l'*azote* et aux *os*, prouvent incontestablement, et pour toujours, je l'espère, combien il est illusoire de vouloir, par des voies empiriques, dépasser les bornes de l'expérience. Cet agriculteur a tourné dans un cercle, et après douze ans, il est revenu exactement au point de départ ; *car, avant cette époque, on admettait déjà, presque comme un axiôme, que l'azote était l'engrais le plus important pour les céréales, que le phosphate acide de chaux était l'engrais le plus actif pour les turneps, que le fumier d'écurie avait aussi une influence favorable*

sur la production de ces derniers, enfin que la valeur d'un engrais pouvait être estimée d'après son contenu en azote ; ce sont les seules résultats essentiels des expériences de M. Lawes.

Je dois avouer que je ne comprends pas parfois, comment il est possible qu'un homme de bon sens puisse mettre en doute, l'évidente fausseté des idées théoriques de M. Lawes. J'avais prévenu les agriculteurs de ne pas attribuer une trop large part aux aliments que l'atmosphère fournit chaque année à leurs champs , mais de diriger leurs efforts vers les éléments qui ont besoin de leur concours pour être renouvelés ; si l'on veut remarquer que je connaissais l'énorme quantité d'ammoniaque contenue dans le sol, restant sans efficacité par suite des mauvaises conditions de ce dernier, on comprendra pourquoi je devais chercher les effets de la jachère dans d'autres causes que celles qui résultaient d'une augmentation d'ammoniaque.

Or, se mettant en opposition directe avec mes opinions , et après avoir avancé que dans mon livre et particulièrement dans le chapitre sur les jachères (p. 488), je ne dis mot ni de l'accumulation des éléments atmosphériques , ni de l'azote du sol , MM. Lawes et Gilbert prétendent « que l'excédant de rendement d'un champ laissé en jachère peut se mesurer beaucoup mieux par la quantité d'éléments atmosphériques assimilables, accumulés dans le sol, que par la quantité des éléments du sol lui-même (p. 487). »

Plus loin : « Nous avons nous-mêmes appelé plus d'une fois l'attention des cultivateurs sur ces deux sortes d'influences , et particulièrement sur ce fait que l'étude des propriétés du sol, considérées par rapport aux aliments atmosphériques, a beaucoup plus de valeur qu'une simple détermination de la composition en centièmes des éléments de ce sol (p. 448). »

Enfin, ayant trouvé dans mes principes, la phrase suivante (p. 82):

« Mais , préparer artificiellement la terre de manière qu'elle puise dans l'atmosphère, par l'intermédiaire des plantes qu'elle produit , un maximum d'azote , c'est une tâche digne de l'agriculture scientifique. »

Ils ajoutent (p. 488) :

« Nous sommes heureux d'avoir, à l'appui de notre opinion, le témoignage du baron Liébig lui-même. »

Ces chimistes agriculteurs veulent donner à croire, de cette façon, qu'ils m'ont fait connaître la présence de l'ammoniaque dans le sol, fait que le docteur Kroker avait, il y a neuf ans, constaté dans mon laboratoire, sur 22 échantillons de terrain; ils veulent encore donner à entendre que j'ai partagé leur opinion relativement à l'importance du rôle de l'ammoniaque introduite dans le sol par la jachère !!!

MM. Lawes et Gilbert ont fourni, sans le savoir, une excellente preuve que l'accumulation de l'ammoniaque dans le sol, pendant une année, n'a aucune influence sur la récolte de l'année suivante.

En 1845, ils engraissèrent un champ avec 336 livres de sel ammoniac, dont 72 livres au plus, pouvaient être absorbées par l'excédant de récolte; 264 livres restées dans le sol, n'eurent aucun effet en 1846. Une nouvelle dose du même engrais laissa encore dans le sol 406 livres de sel; et ces deux quantités réunies, soit 670 livres, n'eurent aucune influence sur la récolte de 1847; enfin, 1,192 livres de sel ammoniacal se trouvèrent accumulées dans le sol, et cette quantité elle-même perdit, pour l'année suivante, son action fertilisante sur la croissance du froment. Le champ était comme un abîme dans lequel disparaissait, après la récolte, toute l'ammoniaque restée sans effet.

Dans tous ces essais avec les sels ammoniacaux, employés même à de très-fortes doses, l'accumulation de l'ammoniaque parut sans influence sur le rapport de l'année suivante.

De tous ces faits résulte la preuve la plus claire et la plus incontestable que l'accumulation de l'ammoniaque dans le sol, y fût-elle incorporée à l'état de sel non volatil, n'accroît pas sa fertilité pour l'année suivante, quand les autres conditions de fertilité sont négligées.

Maintenant, comment peut-on raisonnablement supposer qu'une quantité trois ou cinq fois moindre, qui peut être, en somme, fournie au sol dans une année de jachère par l'air et la pluie, puisse avoir une influence appréciable sur sa fertilité, quand on sait de plus que ce

sol contient cent fois, et souvent mille fois plus d'ammoniaque que n'en exige une récolte complète de froment ?

MM. Lawes et Gilbert prétendent pouvoir expliquer ce manque d'action, en disant que l'ammoniaque s'est évaporée par les feuilles et les tiges !!!

Cette conclusion n'a pas de fondement réel ; c'est une hypothèse imaginée pour sauver ce qu'ils appellent leur théorie. L'ammoniaque *par elle-même* n'augmente pas la fertilité des champs.

MM. Lawes et Gilbert ont tiré des conclusions semblables de leurs essais sur la culture des turneps. Pendant plusieurs années, ils ont engraissé un champ avec du sulfo-phosphate de chaux : en 1843, le champ reçut 504 livres ; en 1844, 560, et en 1845, 1,232 livres, ensemble 2,296 livres de cet engrais. Chacune des trois récoltes enleva au sol 112 livres de phosphate de chaux, soit 336 livres pour les trois années ; il resta donc 1,960 livres pour la récolte de la quatrième année. Mais il arriva, chose remarquable, que ce champ, bien qu'ayant reçu, après la troisième récolte, quatre fois environ autant de sulfo-phosphate de chaux qu'il en avait eu la première année, dut pourtant recevoir encore l'année suivante, une nouvelle dose de 280 livres pour suffire à la quatrième récolte ! Tandis que 504 livres avaient eu, dans la première année, une action incontestable ; 1,960 livres restèrent sans influence, après trois ans, sur la récolte de la quatrième année ! On ne saurait attribuer ce phénomène au manque d'acide phosphorique ; le sol en renfermait, la quatrième année, quatre fois plus que la première ; et cependant, il perdit sa fertilité ; l'acide phosphorique avait perdu son efficacité !!!

Ces faits sont identiques à ceux que nous a présentés l'engraissement des champs de froment par le sulfate d'ammoniaque. Dans ce cas, le sulfate d'ammoniaque perdit, comme le phosphate de chaux, toute action sur la récolte de l'année suivante. Si l'on a pu faire servir ces faits à établir une opinion fausse, on peut tirer des arguments analogues de la culture des turneps : ainsi il faut conclure qu'une perte d'engrais avait eu lieu et que le phosphate de chaux

avait été évaporé par les feuilles ; car on ne saurait expliquer cette perte d'une autre manière.

Il ne vint pas à l'idée des deux chimistes agriculteurs, de se demander si l'acide sulfurique, principalement dans le phosphate acide, jouait un rôle et exerçait une action quelconque ; quoique ces messieurs dussent savoir, par les analyses des cendres de turneps faites par M. Th. Way et Ogston, que les turneps enlèvent au sol environ 50 pour 100 plus d'acide sulfurique que d'acide phosphorique, et par conséquent, exigent aussi davantage du premier.

Deux de leurs essais parlent en faveur de l'opinion que l'acide sulfurique a une part capitale dans l'action du sulfo-phosphate.

En 1844, ils engraissèrent la pièce de terre (N.° 13), avec 400 livr. d'os pulvérisés, 263 livres d'acide sulfurique et 134 livres de sel marin ; ils récoltèrent 14 tonnes 10 quintaux (1) de turneps, et 6 tonnes et 11 quintaux de feuilles.

Dans la même année, ils engraissèrent une pièce pareille (N.° 9), avec 400 livres d'os pulvérisés et de l'acide hydrochlorique équivalent à 268 livres d'acide, et récoltèrent 9 tonnes 9 quintaux de turneps et 4 tonnes 6 quintaux de feuilles.

Le résultat de ces deux essais est simple, clair et incontestable. Les deux champs reçurent *la même quantité d'acide phosphorique*, au même état de *solubilité ;* tous deux reçurent de plus du chlore.

Mais le champ qui n'avait reçu que de l'acide phosphorique, de la chaux et du chlore, sans acide sulfurique, donna 5 *tonnes de turneps et* 2 *tonnes* 5 *quintaux de feuilles en moins que l'autre champ, qui avait été engraissé avec du sel marin, du phosphate acide de chaux et de l'acide sulfurique.*

Cette énorme différence de 100 quintaux de feuilles de turneps et de 105 quintaux de feuilles dans la récolte, ne peut pas être attri-

(1) La tonne anglaise, dont il est ici question, vaut 1016,04 kil., et le quintal 50,80 kil. ou 20 quintaux.

buée à un manque d'acide phosphorique, non plus qu'à la présence du chlore ; il est évident que la cause de cette différence réside dans l'exclusion de l'acide sulfurique, et que cet acide a une part capitale dans l'action du sulfo-phosphate sur le développement des turneps.

Un autre essai n'est pas moins remarquable. En 1843, M. Lawes et Gilbert engraissèrent la pièce de terre (N.° 1), avec 12 tonnes de fumier d'écurie, la pièce (N.° 12). avec 2 quintaux 1/2 de sulfate d'os pulvérisés, 2 quintaux de farine de colza et 20 livr. (1) de sulfate d'ammoniaque, une troisième pièce (N.° 23), avec 15 boisseaux (2) d'argile et des cendres de mauvaises herbes.

Les rendements en turneps furent :

Pour le N.°·	1,	9 tonnes,	9 quintaux,	2 livres.
—	12,	11 —	7 —	3 —
—	23,	11 —	1 —	3 —

Pour bien comprendre la signification de ces essais, il faut se rappeler que MM. Lawes et Gilbert attribuent l'action du sulfate d'os à *l'acide phosphorique*, celle du fumier d'écurie aux *éléments organiques de la paille*, et cela, sans avoir jamais fait un essai avec de *l'acide phosphorique seul ou de la paille seule ;* un pareil raisonnement ne saurait étonner de la part de ces messieurs.

Comment expliquent-ils alors l'action de l'argile et de la cendre des mauvaises herbes, qui ont fourni un rendement plus élevé que l'engrais d'écurie et égal au rendement donné par le sulfate d'os ? Il ne peut être question ici d'acide phosphorique libre ou en exces, ni de matières organiques, ni même d'erreurs d'impression ! car voici la réponse (p. 17, vol. VIII, partie II) :

« C'est un résultat singulier, qui démontre que certaines conditions physiques, de même que les conditions chimiques du sol sont essen-

(1) La livre anglaise vaut 453,558 grammes.

(2) Le boisseau anglais vaut 8 gallons. = 36,35 litres.

tiellement salutaires et favorables au développement des organes producteurs. »

MM. Lawes et Gilbert n'accordèrent pas une plus longue attention à cet essai, le seul de tous ceux qu'ils ont fait, qui méritât d'être continué et étudié plus spécialement. Il aurait pu arriver que cet essai les conduisît à fortifier les principes fondamentaux de ma doctrine, ce qui n'était pas dans leur intention ; d'ailleurs, l'argile et la cendre de mauvaises herbes ne pouvaient devenir des articles de commerce.

Tous leurs essais offrent le même caractère ; chacun a sa petite histoire : chacun est étendu sur le lit Procuste, et raccourci ou allongé selon les besoins de leur singulière théorie. Si l'on peut reconnaître la fausseté d'une théorie à la vanité des expériences et à l'absurdité des conclusions auxquelles elle conduit, il n'y en a peut-être aucune qui soit fausse, à un plus haut degré, que la théorie de M. Lawes.

Aux preuves que M. Lawes et son collabateur nous ont fournies, je veux en ajouter une nouvelle tout aussi frappante :

MM. Chevandier et Salvelat ont entrepris, en 1852 (*Annales de Chimie et de Physique*, 3.e série, tom. 34, p. 307), des recherches d'où il résulte que de deux prairies, l'une a constamment donné un rapport en foin quatre fois plus élevé que l'autre. Toutes les deux étaient irriguées ; elles recevaient l'eau de deux sources ; l'une était appelée la bonne source, l'autre la mauvaise source. Les deux chimistes ne doutèrent nullement que la grande différence dans le rendement des deux prairies, ne provînt de l'arrosement par la bonne ou par la mauvaise eau. Car la plupart des chimistes agriculteurs sont les mêmes dans tous les pays, en ce sens qu'ils ne doutent jamais de la vérité de leurs opinions.

Avec un zèle et une constance qui méritent la plus grande admiration, MM. Chevandier et Salvelat se mirent à mesurer la quantité d'eau que les deux sources fournissaient pour l'arrosement des prairies. En 1847, l'une d'elles reçut de la bonne source, 164281 mètres cubes d'eau ; l'autre, de la mauvaise source, 255744 mètres cubes. La première prairie fournit 158 quintaux de foin, la seconde 46 seulement.

En 1848, l'une des prairies reçut de la bonne source, 130312 mètres cubes d'eau; l'autre, de la mauvaise, 126273 mètres cubes. La première rapporta 209 quintaux de foin, la deuxième seulement 55.

Les deux chimistes recherchèrent exactement la quantité des principes gazeux et celle des éléments organiques et minéraux non volatils que renfermait l'eau qui avait arrosé les deux prairies.

Eléments fournis en 1848 :

	Par la mauvaise source.		Par la bonne source.	
Silice	171	kilogr.	156	kilogr.
Soude	312	—	233	—
Fer	0,8	—	0,6	—
Chaux	280	—	144	—
Magnésie	114	—	32	—
Matières organiques.	828	—	756	—

En somme, l'une des prairies reçut par l'eau de la bonne source, 1,622 kil.; l'autre, de la mauvaise source, 2,070 kil. de substances minérales. Les éléments que renfermait l'eau après l'arrosement ne furent naturellement pas recherchés.

Il ne fut pas question de savoir si l'eau renfermait du sel marin, substance si abondante dans les cendres des plantes de prairie; on s'occupa tout aussi peu de l'acide phosphorique, dont l'action sur les mêmes plantes est évidente.

Quelle était donc la cause d'un rendement si extraordinairement inégal? Elle résidait dans la nature de l'eau! cette conséquence fut adoptée de prime abord, comme une vérité incontestable.

La cause ne pouvait pas tenir à la silice, puisque l'eau de la mauvaise source en apportait relativement plus que l'eau de la bonne. Elle ne pouvait, pour la même raison, provenir ni de la soude, de la potasse, du fer, de la magnésie, de la chaux, ni même de la quantité des matières organiques.

L'analyse élémentaire fit découvrir la cause de cette différence! Les.

matières organiques contenaient de l'azote, et l'eau de la bonne source renfermait de cet élément une quantité plus grande que l'eau de la mauvaise. L'une des prairies reçut, par la bonne source :

Dans l'année 1848, 23 kilog. d'azote,
— 1847, 15 —

de plus que l'autre prairie arrosée par la mauvaise source.

« Dans cette proportion inégale d'azote, disent les deux chimistes agriculteurs, réside la véritable cause de cette différence dans la puissance fertilisante que nous n'avions pu expliquer jusqu'à présent (page 316). »

L'action de ces quantités inégales d'azote tient du merveilleux !

15 kilog. d'azote dissous dans 164,000,000 kil. d'eau, doivent en 1847, avoir fait rendre à l'une des prairies, 5,584 *kil de foin de plus que l'autre ;* ce foin présentant un excédant de 55 à 56 kilog. d'azote !

23 kilog. d'azote dissous dans 130,000,000 kil. d'eau, doivent en 1848, avoir fait rendre à la première des prairies 7,720 kil. de foin de plus que la seconde, avec un excédant de 77,2 kil. d'azote !

Un excès de 23 kil. d'azote dans l'eau d'arrosement, doit avoir eu pour effet de permettre à la prairie arrosée, d'abandonner aux plantes qu'elle portait, et cela, d'une manière durable, 384 kil. d'éléments de cendres par hectare, ces éléments contenant trois et cinq fois plus d'acide phosphorique, de potasse, de silice, de chaux et de magnésie, que l'autre prairie qui avait reçu moins d'azote !!!

Il n'est rien dit de particulier sur le sol des deux prairies en question : seulement, dans l'introduction, on fait observer en général que le sol de la vallée des Vosges où les essais ont eu lieu, présentait la plus grande uniformité de composition, et que les très-petites différences trouvées par l'analyse, provenaient *apparemment* de l'action de l'eau, dont on avait étudié l'influence.

MM. Chevandier et Salvetat n'essayèrent pas naturellement si 23k. d'azote ou leur équivalent en sels ammoniacaux, pourraient élever le

rendement de la mauvaise prairie, c'est-à-dire de celle arrosée par la mauvaise source, au niveau du rendement de l'autre; car le fait en lui-même intéressait peu les deux chimistes.

Quand on est conduit par une théorie à des conclusions de la nature de celles de MM. Chevandier et Salvétat, il semble que cette théorie doit être jugée; on sort du domaine de la science de la nature, pour entrer dans celui des hypothèses et des préjugés.

Si l'on jette un regard sur l'état actuel de la science agricole en Allemagne, on s'apercevra que parmi nous aussi, la plupart des savants qui sont réputés les maîtres et les guides à suivre, non-seulement partagent les opinions de MM. Chevandier et Salvétat, ainsi que celles de MM. Lawes et Gilbert, mais encore se sont faits les chauds partisans et défenseurs de la *Théorie de l'azote*. Dans cette théorie, nous l'avons déjà dit, l'azote du sol et de l'engrais est la première et la plus importante condition, la source de toute fertilité, la base de toute production.

Je regarde comme très-important de soumettre à un examen plus approfondi les essais, analyses et résultats sur lesquels ces chimistes agriculteurs allemands fondent leurs opinions. Si l'on peut prouver que les fondements et les principes de leurs conclusions sont faux ou douteux, le simple bon sens indique que ces conclusions ne méritent aucune confiance et doivent être rejetées.

Je choisirai, comme exemple, les écrits les plus récents de M. le professeur docteur E. Wolff de Hohenheim et les dernières publications de M. le professeur A. Stœckhardt de Tharand, les deux principaux défenseurs de la théorie de l'azote en Allemagne.

Dans le petit opuscule de M. E. Wolff : *l'Epuisement du sol par la culture*, se trouve une nouvelle série de preuves réunies en faveur de sa doctrine, savoir : que la fertilité d'un champ réside dans sa richesse en ammoniaque ou en combinaisons azotées, et son épuisement dans une perte ou un manque de ces matières.

Cet opuscule est une réplique aux développements que j'avais donnés sur ma théorie, dans mes *Principes de chimie agricole*. Il a pour

but de prouver que mes principes, bien que justes en général, ne peuvent cependant avoir aucune application dans l'agriculture : que relativement à l'engraissement des champs, il est pour le cultivateur du plus haut intérêt de savoir, *qu'il n'est pas nécessaire que l'engrais renferme tous les éléments nécessaires à la nutrition des plantes.*

En parlant de mes cinquante thèses chimico-agricoles, M. Wolff dit qu'il n'a pas l'intention de les soumettre à la critique. Il ne doute pas de la justesse de celles qui sont relatives *en général* au développement *de la substance végétale ;* il veut seulement examiner celles de mes opinions *qui touchent directement à la pratique de l'agriculture* (page 15).

Quiconque a lu mes *Principes* avec attention devra convenir que toutes *mes opinions concernant la pratique de l'agriculture* sont renfermées dans lesdites cinquante thèses; qu'il y est question de rendements, de récoltes et d'engrais, mais nullement du développement de la substance végétale. Les mots : *substance végétale,* ne s'y trouvent même pas.

Ne tenant aucun compte de mon explication, relative à la part de l'ammoniaque dans la végétation et à son utilité dans l'engrais, M. le docteur Wolff continue à parler de ce qu'on appelle « *pure théorie minérale* » selon M. Lawes, comme de ma propre théorie ; bien que j'aie démontré, et qu'il doive savoir que cette théorie n'est pas la mienne, mais une invention de M. Lawes. Il cite deux phrases comme représentant deux de mes opinions et s'applique à les réfuter.

Voici la première de ces deux phrases ou de ces deux opinions qui, d'après lui, devaient être attaquées principalement au point de vue de leur application pratique.

1.° *Dans la culture en grand des plantes, il fallait fournir au sol les aliments minéraux dans les proportions et sous les conditions indiquées par l'analyse des récoltes.*

C'est sans doute du temps perdu que de rectifier cette phrase ; elle concerne en particulier la fabrication des engrais artificiels, lesquels, à l'exclusion du fumier d'écurie, étaient destinés à remplacer sur les

champs les éléments du sol enlevés par les récoltes ; *la loi universelle de l'engraissement, ou la règle, est que tous ces éléments doivent se trouver dans les champs en quantité suffisante.*

Si le sol renferme un excès d'alcali, d'acide phosphorique ou de chaux, la loi comprend naturellement les cas particuliers où la pratique peut se passer, dans une certaine mesure, dans l'engrais, de la présence de ces éléments. Recommander comme indispensable une addition de chaux pour un sol calcaire, ou de silice soluble pour un sol argileux, quand on sait avec certitude que celui-ci est riche en silicates solubles, serait absurde.

La règle générale renferme peut-être quelques cent mille cas dont aucun n'est complètement identique à l'autre. Il est possible que cette règle ne soit applicable rigoureusement à aucun champ, et cependant le cultivateur doit l'observer scrupuleusement, parce qu'elle lui dit ce qu'il doit faire dans chacun des cas isolés qui peuvent se présenter. Dire que tous les aliments essentiels des plantes cultivées ne doivent pas être fournis nécessairement par l'engrais, n'est pas poser une règle, mais énoncer une proposition qui ne se rapporte qu'à certains cas. Chacun des éléments isolés de l'engrais, que le docteur Wolff regarde comme inutile, est dans quelques circonstances tout-à-fait indispensable, et d'autres qu'il tient pour nécessaires peuvent être supprimés.

La seconde phrase du docteur Wolff est la suivante :

2.° *Dans la culture des céréales, l'emploi des combinaisons azotées est moins utile que l'engraissement par des substances minérales passives.*

Cette opinion que M. le docteur Wolff me prête n'est pas la mienne, et ne l'a jamais été ; c'est une invention qu'il m'attribue gratuitement. Il ne m'est jamais venu à l'esprit de recommander aux cultivateurs de ne pas donner d'ammoniaque dans l'engrais aux céréales. Ce que j'ai dit, relativement à l'exclusion de l'ammoniaque dans l'engrais, ne concerne précisément pas les céréales, mais bien le trèfle, les haricots et les pois (voyez pages 58 et 59).

Le docteur Wolff s'efforce, dans son dernier écrit, de prouver que l'opinion exprimée dans la phrase N.° 2 est fausse, et que, dans la culture des céréales, les combinaisons azotées ont une influence plus grande que les substances minérales passives.

En 1855, il soutenait, « comme un fait bien établi et irréfutable par toute théorie, que les céréales, restant sur le champ jusqu'à leur maturité, prennent une grande quantité de combinaisons ammoniacales solubles, et que par cela même le champ devient moins capable de produire une riche moisson l'année suivante. » *(Journal de l'agriculture*, 4.e livraison, page 116). Pour expliquer ce fait, il supposait que l'ammoniaque était puisée par les racines, à l'état de silicate d'ammoniaque, que l'acide se fixait dans la plante et que la base se dissipait par les tiges et les feuilles. A l'appui de cette opinion, il dit qu'on peut admettre en général que la quantité absolue de l'azote contenue dans les plantes arrivées à maturité, est à peine *égale à celle que l'analyse chimique indique à l'époque de la floraison*. A la page 116 : « il avance que de la floraison à la maturité du froment, il n'y a plus assimilation apparente d'azote, et que cependant, dans cette période, le sol s'épuise considérablement en matières azotées. »

D'après cette opinion, la quantité absolue d'azote n'augmente pas, à partir de la floraison, dans le million et demi de pieds d'avoine que produit, selon M. A. Stœckhardt, un arpent de Prusse ; de sorte que si les plantes, à l'époque de leur floraison, renfermaient environ 40 livres d'azote, elles n'en contiennent qu'une quantité égale, quelquefois même inférieure, à l'époque de leur maturité.

J'ai prouvé au docteur Wolff, dans mon opuscule intitulé : *le docteur Wolff et la chimie agricole*, page 26, que cette explication de l'épuisement du sol par la culture des céréales est fausse et ne peut être soutenue. Aujourd'hui il prétend que : « relativement à la richesse des céréales en azote, on remarque généralement une augmentation très-considérable de ce principe dans la récolte, *depuis le commencement et même depuis la fin de la floraison jusqu'à la maturité*

du fruit. » (*Epuisement du sol*, page 115). Il maintient toutefois que « ***la cause de l'épuisement du sol, dans la culture des céréales, doit être cherchée principalement dans un manque et dans une déperdition des aliments azotés assimilables.*** »

Le fait de l'épuisement est, d'après M. Wolff, réel, mais l'explication qu'en donne la théorie de l'azote était fausse en 1855. Néanmoins, cette théorie reste inébranlable et ne tient compte d'aucune contradiction. En 1855, l'ammoniaque était le véhicule de la silice; entre la floraison et la maturité, la plante avait également besoin d'une grande quantité des deux éléments; lorsqu'elle avait assez de silice, l'ammoniaque s'en allait.

En 1856, la silice arrive à la tige et aux feuilles sans le secours de son coûteux véhicule; celui-ci y pénètre en même temps et y demeure à l'état de combinaison azotée. Et voilà pourquoi la théorie demandait, en 1855, que la plante après la maturité, ne contînt pas plus d'azote qu'au commencement de la floraison; et voilà pourquoi la théorie demande, en 1856, que la même plante, à l'époque de la floraison, en renferme moins que le fruit à maturité.

Maintenant, s'il est vrai, d'après les expériences des cultivateurs, que « les céréales, coupées en pleine floraison, épuisent infiniment moins le sol que celles qui sont laissées sur le champ jusqu'à leur maturité, » si, de plus, d'après M. Wolff, la cause de cet épuisement doit être cherchée dans la perte en combinaisons azotées solubles qu'éprouve le sol depuis la floraison jusqu'à la maturité, cette perte doit être facilement constatée par l'expérience; la plante doit avoir gagné ce que le sol a perdu. Nous allons maintenant évaluer cette perte ou ce gain.

Les plantes suivantes croissant sur un champ de la contenance d'un arpent de Prusse, contiennent pendant et après la floraison, et pendant et après la maturité, les quantités d'azote renfermées dans le tableau :

Noms des plantes.	5 juillet.		27 août.	
Avoine blanche hâtive......	27,73	liv. d'azote.	39,54	liv. d'azote
Avoine brune hâtive.......	29,75	id.	64,54	id.
Avoine de Hopeloun.......	34,22	id.	37,12*	id.
Froment d'hiver..........	31,05	id.	43,63	id.
Froment d'hiver de Talavera.	49,85	id.	55,89	id.
Orge d'été	23,35	id.	30,58	id.
Orge d'été	26,13	id.	39,06	id.
Seigle d'été	27,16	id.	28,88	id.
Moyenne......	31,16	id.	42,40	id.

Excédant d'azote à l'époque de la maturité, 11,24.

Si l'on admet que tout l'azote des céréales provient du sol, ces chiffres prouvent, de la manière la plus incontestable, que la cause de l'épuisement du sol ne doit pas être cherchée dans une déperdition d'azote, car s'il en était ainsi, comment pourrait-on concevoir qu'un arpent de terre de Prusse *conserve* sa fertilité, après avoir fourni aux plantes jusqu'à leur floraison 31 livres d'azote, et que ce sol est épuisé dès que cette perte s'accroît seulement de 11 livres !

La déperdition de 31 livres d'azote ne nuit pas au sol, mais 11 livres de plus le rendent impropre à une production ultérieure de céréales ! !

Ces chiffres sont les résultats des propres expériences de M. Wolff, tirés de son mémoire (pages 43 à 50) et parfaitement conformes à ceux de M. Stœckhardt *(le Cultivateur chimiste*, N.° 2, page 124).

D'après ce dernier savant, la quantité d'azote contenue dans la récolte d'un arpent de terre de Prusse, est ainsi représentée :

---

* 4 août.

Noms des plantes.	Fin de la floraison.	Temps de la maturité.
Avoine, sans engrais. .	8,44 livre d'azote.	8,46 livre d'azote.
Avoine, avec poudre d'os	12,38	23,92
Avoine, avec guano et salpêtre du Chili . .	30,77	35,30
TOTAL. . . .	51,59	67,68

Excédant du 2e résultat sur le 1er : 16,09.

Ici encore, la plante d'avoine renferme, au temps de la maturité, un tiers seulement d'azote de plus qu'à la fin de la floraison.

Si la perte d'azote était la cause de l'épuisement du sol, il serait bien facile d'y remédier par quelques livres d'ammoniaque ! Les propagateurs de la théorie de l'azote n'ont naturellement pas eu l'idée d'en faire l'essai. Si de plus on considère que nous ignorons complètement la quantité de combinaisons azotées que la plante reçoit du sol, depuis sa floraison jusqu'à sa maturité, ne sachant pas même si, durant cette période, la plus grande partie de l'azote n'est pas fournie par l'atmosphère, on concevra facilement que l'explication précédente n'a été inventée que pour les besoins de la théorie, qu'en fait elle n'a pas de fondement, et n'a aucune valeur d'application pratique. Au lieu d'une explication claire et scientifique, on ne nous en donne que l'apparence menteuse; le procédé suivi n'est qu'un mauvais assemblage de phrases scientifiques qu'on débite comme des vérités. Si l'une de ces vérités n'est pas admise, on en a aussitôt une autre sous la main pour satisfaire les exigences scientifiques de nos bons cultivateurs ! Mais tout cela n'est qu'une fausse monnaie, sans valeur.

Plusieurs causes concourent certainement à l'épuisement des champs par la culture des céréales ; il devrait être évident pour chacun que la perte d'azote n'en est pas une.

Lorsqu'on compare la composition des cendres de céréales, d'après les analyses de M. Wolff, on est vraiment frappé de la différence extraordinaire de leur contenu en silice, aux différentes périodes de

leur développement. On voit, par exemple, que les plantes d'avoine, produites par un arpent de Prusse, ont reçu du sol 37,7 livres de silice jusqu'au 3 juillet, et en plus, jusqu'au 27 août, 145,7.

Ainsi, depuis le commencement de la floraison jusqu'à la maturité, la plante enleva au sol quatre fois autant de silice à l'état de silicate soluble que dans toute la première période de sa végétation. Une proportion semblable fut observée sur un autre champ d'avoine, dont les plantes renfermaient, d'après l'analyse de leurs cendres, au 3 juillet, 29 pour cent, et au 18 août, 61 pour cent de silice. La cendre de froment d'hiver contenait, au 25 juin, 50 pour cent, et, au temps de la maturité, 73 pour cent de silice.

On voit que depuis la floraison jusqu'à la maturité, le sol doit fournir une énorme quantité d'un élément nécessaire à l'état soluble, lequel demeure dans le sol pour la récolte suivante, lorsque la plante est coupée pendant la floraison. Mais la théorie de l'azote pose en principe que le sol ne manque jamais de silicate soluble et que par conséquent il n'est jamais appauvri en cet élément !

Pour arriver à connaître le rapport des éléments du sol avec la contenance des plantes en azote, il ne faut pas oublier que les points de vue généraux suivants sont les préliminaires indispensables de toute conclusion.— Si l'on se représente un certain nombre de parcelles d'un champ, dans des conditions de sol tout-à-fait identiques, ensemencées le même jour avec la même espèce de froment, on doit supposer, que toutes choses égales d'ailleurs, les plantes doivent présenter un développement uniforme. Ceci veut dire, au point de vue chimique, qu'un certain nombre de ces plantes, analysées en même temps, tous les huit jours par exemple, doivent contenir d'une manière très-approximative, les mêmes quantités d'eau, de cendres et d'azote.

La croissance d'une plante est une augmentation de la masse de ses éléments combustibles et incombustibles. L'accroissement de la masse suppose une assimilation, croissante avec le temps, des élements de l'eau, d'acide carbonique, d'azote et des eléments constitutifs de la cendre. L'analyse montrera qu'à différentes époques

la proportion de ces éléments est variable ; la quantité d'eau diminuera avec les progrès du développement et atteindra son minimum à l'époque de la maturité. Lorsque, dans les diverses périodes de la croissance, il y a eu plus d'acide carbonique absorbé que d'azote, la proportion relative de ces deux principes doit changer; malgré l'augmentation réelle de l'azote, la plante desséchée contiendra en centièmes une quantité moindre de cet élément. La diminution apparente provient, dans ce cas, d'une accumulation plus grande de carbone.

Lorsque les plantes sont semées à des époques différentes et analysées le même jour, les proportions d'eau, des principes secs et des éléments des cendres, doivent présenter des inégalités semblables à celles que l'on constate en analysant à des époques différentes des plantes semées à la même époque.

Si l'on engraisse toutes les parcelles d'un champ. à l'exception d'une seule, avec des quantités connues et croissantes d'ammoniaque, on aura ou on n'aura pas des différences dans leur rendement. Dans le premier cas, on pourra avec raison attribuer l'élévation du rendement à l'influence de l'ammoniaque.

L'excédant de ce rendement sur celui du champ non engraissé peut se manifester soit dans la paille, soit dans le grain seulement, soit dans l'une et dans l'autre à la fois, c'est-à-dire que l'ammoniaque peut produire un accroissement des éléments de la paille, ou du grain, ou des deux simultanément.

La paille contient sur 1,000 parties en poids 50 à 60 de cendres; le grain, sur le même nombre de parties, en renferme 20 à 24. La cendre de paille contient plus de 60 pour cent de silice; la cendre de grain seulement un à deux pour cent.

La cendre de grain renferme jusqu'à 50 pour cent d'acide phosphorique; la cendre de paille, rarement plus de 7 pour cent.

La contenance en azote du grain et de la paille ne présente pas de moindres différences.

Mille parties en poids de paille renferment 4 à 5 parties d'azote; la même quantité de grains en contient jusqu'à 24, soit, 5 ou 6 fois plus d'azote que la paille.

Une expérience chimico-agricole, qui a pour but de comparer l'absorption et l'assimilation de l'azote, ou sa proportion dans la plante, avec l'absorption et l'assimilation des éléments du sol, ou leurs proportions dans la plante, doit donc chercher à établir par l'analyse de cette plante et de sa cendre :

1° La quantité relative des éléments du sol et de l'azote dans la paille; 2° la quantité relative des éléments du sol et de l'azote dans le grain.

Il est clair que ces proportions ne peuvent être définitivement obtenues que sur la plante mûre dont les graines sont complètement formées. Pour donner de la valeur à la signification de ces rapports, il faut tenir compte des cas isolés. Si, par exemple, on avait récolté sur deux parcelles de champ, dans des conditions de sol différentes, un poids égal de plantes sèches, soit mille livres sur chaque parcelle, il pourrait arriver que dans la récolte de l'une, une proportion supérieure de cendres contînt une moindre proportion d'azote, et que dans la récolte de l'autre, un maximum d'azote correspondît à un minimum de cendres.

Supposons que sur l'une des parcelles A, la récolte se compose de 500 livres de paille et de 500 livres de grain (1 : 1), et que sur l'autre B, la récolte soit de 750 livres de paille et de 250 livres de grain (1 : 3);

La récolte A contiendra :

Pour 500 livres de paille, (6 % de cendres et 0,4 % d'azote)	30 liv. de cendres et		2 liv. d'azote.	
Pour 500 livres de grain, (2 % de cendres et 2 % d'azote)	10	id.	10	id.
Au total, la récolte A contiendra.	40 liv. de cendres et		12 liv. d'azote.	

La récolte B donnera :

Pour 750 livres de paille, 45 livres de cendres et 3 livres d'azote.
Pour 250 livres de grains, 5 id. 5 id.

Total . . . 50 livres de cendres et 8 livres d'azote.

Il peut se présenter deux autres cas, où des quantités *égales* de cendres correspondent à des quantités *très-inégales* d'azote. Par exemple :

1° 1,320 liv. de paille contiennent 5,2 liv. d'azote, 79 liv. de cendre
1,000 liv. de grains id. 20,» id. 20 id.

Total . . . . 25,2 liv. d'azote 99 liv. de cendre.

2° 1,160 liv. de paille contiennent 4,6 liv. d'azote, 69,6 liv. de cendre.
1,450 liv. de grains id. 29,0 id. 29,0 id.

Total. . . . 33,6 liv. d'azote, 98,6 liv. de cendre.

Dans ces deux cas, pour une même quantité de cendre, l'azote est dans le rapport 3 à 4.

Il n'est donc pas possible d'établir un rapport entre la somme de *tous* les éléments minéraux *pris ensemble*, et la somme de l'azote de toute la plante. On ne peut pas davantage, d'une même quantité de cendre et d'une inégale quantité de récolte et d'azote, conclure que, dans la culture en grand des céréales, l'absorption d'azote ne puisse être influencée par la présence d'une plus grande ou d'une moindre quantité d'éléments minéraux incombustibles, par cela seul que, pour une céréale, on ne peut pas tirer une conclusion de la somme des éléments des cendres, relativement à la quantité d'azote de toute la plante, et *vice versâ*.

Les quantités de cendre que l'on retire de la paille et du grain ne sont pas tout-à-fait constantes; la paille d'une même variété de froment cultivé sur des sols différents fournit tantôt plus, tantôt moins de 6 pour cent de cendre. La cendre de grains varie de la même manière dans des limites peu étendues. On observe aussi dans la proportion d'azote de la paille et du grain de faibles variations en-dessus et en-dessous d'une certaine moyenne.

Découvrir l'influence des éléments minéraux du grain et de la paille sur leur contenance en azote, c'est établir expérimentalement les rapports dans lesquels ces variations ont lieu.

Il est clair que lorsqu'on a constaté une augmentation d'azote et un accroissement simultané de cendre dans la paille, aussi bien que dans le grain, non pas seulement dans une, mais dans toutes les expériences, il doit y avoir une relation nécessaire entre les éléments. Nous devons donc admettre que l'azote et la cendre sont dans un certain rapport de dépendance l'un vis-à-vis de l'autre, de manière qu'une augmentation d'azote ou une absorption de cet élément par la plante suppose nécessairement la coopération des éléments des cendres, par suite que sans la présence des éléments minéraux, ou avec une quantité insuffisante de ceux-ci, l'azote fait défaut en tout ou en partie.

Il est évident qu'une telle concordance dans les variations soit de la totalité des cendres, soit de 2 ou 3 de leurs éléments, et les variations de l'azote, ne peut être supposée, et si elle existe, ne peut être trouvée que dans une seule et même variété de plantes.

Les combinaisons azotées qui se forment, dans la graine de froment par exemple, constituent 2 ou 3 substances douées de propriétés différentes ; la plus connue est celle que l'on nomme le gluten, insoluble dans l'eau ; une autre, qui est soluble, est l'albumine végétale, une troisième, également soluble, est analogue à la caséine du fromage.

La farine extraite de la graine, renferme, selon les différentes variétés, des quantités inégales de gluten. M. Millon décrit (Comptes-rendus, tome XXXVIII, page 12) une sorte de froment de Guyotville, en Algérie, qui a une très-belle apparence et dont la farine contient 11,5 pour cent d'azote, et pas de gluten. Cette différence dans la proportion de gluten se manifeste dans la formation de la pâte ; une farine pauvre en gluten donnant une pâte peu agglutinante.

Il est vraisemblable que de la farine de froment de deux variétés différentes, peut contenir la même quantité d'azote, et pourtant des quantités inégales de certains éléments des cendres, lorsque chacune de ces variétés renferme, en proportions inégales, des combinaisons

azotées différentes, nécessaires à chacune pour la formation, dans la graine, des proportions différentes des éléments minéraux.

Dans leurs excellentes recherches sur la composition de quelques variétés de blé (Journal des arts et de l'industrie, Bavière, 1852, page 633), desquelles résulte, avec une probabilité voisine de la certitude, une loi relative à la dépendance des proportions d'azote et des phosphates ou de l'acide phosphorique des céréales, MM. Fehling et Faiszt ont fait des expériences aussi exactes que possible : sur du froment d'hiver, à Hohenheim, dans les années 1850 et 1851, dont l'une favorable et l'autre défavorable, sur des champs placés dans des conditions inégales par le fait même de la différence des années, et ont montré que la même variété de ce froment contenait la même quantité de cendres (11,97 pour cent); et dans cette cendre la même quantité de silice (0,14), la même quantité d'acide phosphorique (7, 1 et 7, 2 pour cent), et la même quantité de matières azotées (13, 24 et 12, 29 pour cent), en tenant compte pour celles-ci des erreurs possibles dans la détermination de l'azote.

Si l'on compare le contenu en cendres d'autres variétés de froment cultivées dans diverses contrées de l'Allemagne, ou en Angleterre et en France, on remarque, aussi bien dans la quantité des cendres que dans leur composition, des différences relatives à la silice et à l'acide phosphorique; une proportion plus grande de silice augmente généralement la quantité de cendres et diminue la quantité relative d'acide phosphorique, de telle sorte qu'il est presque impossible de conclure, des cendres du froment d'hiver de Hohenheim et de leur composition, la quantité ou la composition des cendres d'une autre espèce de froment.

Ainsi de ce que la cendre du premier froment renferme 7 pour cent de silice, il ne s'en suit pas que la cendre de toute autre espèce contienne également 7 pour cent de silice; il y a des froments dont la cendre manque complétement de ce dernier élément.

Les différentes variétés de blé ne se distinguent pas seulement par la forme extérieure, la touffe, la longueur et la largeur des feuilles, la hauteur des épis, mais encore et surtout par le rapport de la paille au grain.

Nous savons d'ailleurs que la proportion en poids de ces derniers varie, dans une seule et même variété, avec la nature du sol et la saison. Or, comme le sol et la saison font aussi varier les éléments des cendres de la plante entière (ceux-ci consistant dans la somme des cendres de la paille et du grain), il est tout-à-fait impossible de déduire de la composition des cendres de la paille et du grain d'une même variété, les proportions relatives de silice, d'acide phosphorique, d'alcali, etc., que fournirait un même poids de cendres de la même variété, cultivée sur un autre sol et dans d'autres conditions extérieures.

Le docteur Wolff ne se préoccupa nullement dans ses essais de toutes ces conditions préalables d'une bonne conclusion.

Pour déterminer l'influence des éléments des cendres sur la contenance en azote, il compara, dans plusieurs sortes de céréales, froment et avoine, la somme des cendres de la plante entière (paille et grain) avec la somme de l'azote que cette plante tout entière renfermait. Ses analyses ayant donné pour des quantités égales de cendres, des quantités très inégales d'azote, il en conclut qu'il n'existait aucun rapport nécessaire entre les éléments minéraux et l'azote des plantes.

J'ai démontré pourquoi on ne peut établir aucune relation entre la somme des cendres de la paille et du grain d'un blé et la quantité d'azote qu'il renferme. Il en résulte que les déterminations des quantités de cendres et d'azote des différents blés et pois, que le docteur Wolff a fait connaître dans son ouvrage, pages 43 à 50, ne peuvent conduire à aucune conclusion.

Le docteur Wolff ne pouvant reconnaître, dans les rapports de ses nombres, une corrélation directe entre les quantités de cendres et d'azote, conclut que cette corrélation n'existait pas en général. Il aurait peut-être pu dire, avec plus de justesse, qu'il n'avait pas découvert cette dépendance. En réalité il ne l'a *ni cherchée ni trouvée ;* il se préoccupait beaucoup plus d'arriver indirectement à cette autre conclusion, que l'absorption de l'azote est en rapport direct avec la quantité des combinaisons azotées contenues dans le sol (page 58).

En ce qui concerne cette conclusion, elle est certainement une des suppositions les plus hardies de M. le docteur Wolff, car les conditions du sol, la nature et les proportions des éléments azotés qu'il renfermait, lui étaient complétement inconnues. Il n'avait ni engraissé ce dernier avec des quantités connues d'ammoniaque ou de combinaisons azotées, ni fait une expérience préalable pour déterminer l'azote qu'il contenait.

On se demande comment, dans de telles circonstances, il est possible d'arriver à cette conséquence que les rendements en azote (64 : 40 ou 3 : 2), produits par les avoines blanche ou brune des deux champs d'essais N.os 68 et 64, étaient en rapport direct avec la quantité d'azote de ces deux champs ?

Il semble qu'on devrait d'abord connaître la quantité des aliments azotés contenus dans le sol, avant de décider s'ils sont dans un rapport quelconque avec l'azote fourni par la récolte. N'est-il pas possible que le champ N° 68 qui a donné 2 d'azote, contenait beaucoup plus d'aliments azotés que le champ N.° 64, dont le rendement a été représenté par 3. Si en effet dans le premier, il y avait un manque d'acide phosphorique ou de quelqu'autre élément minéral, il n'est pas à présumer que ce champ pût produire autant de paille et de grain que l'autre, plus riche en éléments minéraux, indispensables à la paille et au grain, et que l'on sait ne pouvoir être remplacés par l'azote.

Toutes ces considérations ne sont point des obstacles pour M. Wolff; sa théorie, qui est vraie en elle-même et ne souffre aucune contradiction, peut bien passer outre.

Cette théorie veut que le sol ne soit jamais dépourvu d'aucun des aliments différents de l'azote, et qu'il les contienne toujours en quantité suffisante. Un rendement inégal provient toujours d'un inégal apport d'azote.

Puisque les champs N.os 68 et 64 ont fourni dans la récolte un rendement inégal d'azote (2 : 3), cela prouve naturellement, d'après M. Wolff, que le sol *devait* aussi renfermer, dans le même rapport, des aliments azotés.

Ainsi la démonstration est parfaitement simple :

Le rapport des rendements en azote, dont il fallait rechercher la cause, est considéré comme la preuve que l'azote est fourni par le sol. M. Wolff explique l'inégalité des rendements par le rapport 2 à 3 des aliments azotés que contenaient les deux champs, et cette même inégalité des rendements lui sert à prouver que les deux champs contenaient de l'azote dans la proportion de 2 à 3 !

Je serais entraîné trop loin, si je voulais continuer de la sorte à soumettre à une analyse rigoureuse les expériences que le docteur Wolff a fait connaître dans le petit ouvrage déjà cité, dans la 2.e livraison du Journal de l'agriculture allemande, page 33, et même dans des écrits antérieurs. Ce qui précède suffira pour mettre en évidence l'obstination d'un esprit dominé par une fausse manière de voir.

Mon honorable ami, M. le docteur Stœckhardt, de Tharand, qui, comme l'on sait, s'est fait une réputation méritée par son enseignement de la chimie appliquée à l'agriculture, se distingue avec M. le docteur Wolff, parmi les chimistes agriculteurs, par son zèle pour la propagation de la théorie de l'azote. Je crois que la route dans laquelle il s'est engagé, relativement à la susdite théorie, est une voie d'erreurs, et j'espère qu'il me pardonnera si j'appelle son attention sur l'abîme où le conduit l'illusion trompeuse de cette théorie, et dans lequel il risque d'engloutir son activité, ses services, tout son temps et ses forces.

Comme la théorie de l'azote, ainsi qu'on en peut juger dès à présent, repose sur une mauvaise interprétation des premiers principes de l'agriculture pratique, il devait nécessairement advenir que l'expérience pratique serait en contradiction manifeste avec l'hypothèse de la toute puissance de l'azote.

Les rendements *très-inégaux*, produits par différents engrais contenant la *même quantité* d'azote ne furent pas de sérieux obstacles pour les partisans de la théorie ; *ces messieurs imaginèrent pour ces engrais divers degrés dans leur faculté d'assimilation, et contentèrent ainsi les agriculteurs.*

Mais ce qui méritait d'être particulièrement examiné, c'est la raison pour laquelle, au dire des agriculteurs, le guano n'a que peu ou point d'action dans le nord de l'Allemagne, le Mecklembourg et la Poméranie. M. Stœkhardt se livra à cet examen (l'Agriculteur chimiste, 1856, N.° 2, page 110) : il semblait tout-à-fait étrange que la pratique se permît de contredire la théorie.

« Comme chimiste, je devais trouver incompréhensible et invraisemblable que les mêmes éléments qui donnent au fumier d'écurie toute son activité, ne produisissent pas d'effet sous une forme plus propre d'assimilation, le guano, dans les contrées mêmes où l'engrais d'écurie est efficace. » (Stœckhardt).

Par les *mêmes éléments*, le docteur Stœckhardt n'entend parler ici que de l'azote, car il est évident que la grande différence entre les autres éléments du guano (excréments d'oiseaux ou d'animaux carnivores), et ceux de fumier d'écurie (excréments d'herbivores et débris organiques) lui était parfaitement connue.

Après quelques remarques isolées sur le climat, sur le sol, sur le résultat de l'engraissement par le guano dans le Neumark, à Bentfeld dans le Holstein, à Backhorst et Grosznodsee, et enfin sur quelques mauvaises espèces de guano, le docteur A. Stœckhardt arrive à la conclusion suivante :

« *Demande :* Pourquoi le guano n'a-t-il ainsi pas d'action dans l'Allemagne du nord ?

» *Réponse :* On demandait un jour à Plutarque pourquoi les poulains qui ont été poursuivis par un loup devenaient meilleurs coureurs que les autres.— *Parceque*, répondit le philosophe, *cela n'est peut être pas vrai !* — Je pense, dit le docteur Stœckhardt, que cette réponse peut s'appliquer parfaitement à la question précédente. »

Pour ma part je ne trouve pas que cette réponse soit d'une aussi juste application, et je ne crois pas non plus que les cultivateurs Mecklembourgeois, dont les champs n'ont éprouvé du guano, que peu ou point d'effet, considèrent cette explication comme une recherche profondément scientifique, et en aient à l'auteur une grande reconnaissance.

« Dix à douze livres d'urine de bétail bien nourri contiennent autant d'azote qu'une livre de guano du Pérou, et devraient *par conséquent être aussi efficaces*, dans leur plus important effet, qu'une livre de ce dernier, ainsi que je l'ai dit souvent dans mes discours et dans mes écrits. » (Stœckhardt, a, a... page 100).

« Cette assertion, continue le docteur Stœckhardt, appliquée par extension au purin, a rencontré de très vives contradictions parmi les praticiens. » (page 100.)

M. Stœckhardt chercha dans l'analyse chimique de l'urine de bétail et du purin, l'explication de l'inégalité de leurs effets, et il résolut la question de la façon suivante :

« *Demande : Pourquoi faut-il, non pas 10 à 12, mais au moins 3 à 400 livres de purin pour produire autant d'effet qu'une livre de guano?*

» *Réponse : Parceque le purin n'est presque autre chose que de l'urine homœopatiquement étendue d'eau !* »

L'agriculteur pratique s'imagine sans doute que l'opinion du docteur Stœckhardt repose sur des faits incontestables, et, qu'avant de l'énoncer, le docteur a recherché et découvert, par une série d'essais, le rapport des effets de l'urine, du guano et du purin, que par conséquent 10 à 12 livres d'urine répandues sur une surface déterminée de terre, donnent autant de grain et de paille ou de tout autre produit qu'une livre de guano, et que le même effet exige 3 à 400 livres de purin ; qu'enfin 10 à 12 livres d'urine contiennent réellement autant d'azote qu'une livre de guano, et que 3 à 400 livres de purin. En admettant ce qui précède, on serait porté à regarder comme tout-à-fait décisives les recherches de M. Stœckhardt, dont le résultat peut se formuler ainsi : l'effet du guano, de l'urine et du purin est en rapport direct avec leur contenance en azote, et dans l'urine et le purin en rapport inverse avec la proportion d'eau ! Une telle conclusion méritait bien quelques recherches.

Mais toutes les suppositions précédentes ne sont qu'illusions. M. le docteur Stœckhardt ne sait absolument rien relativement à l'effet de

l'urine comparée au guano ; il n'a fait aucune expérience pour savoir si l'urine, qui ne contient que peu ou point d'acide phosphorique, a le même mode d'action que le guano qui est riche en phosphate, et qu'elle est la quantité d'urine capable de produire autant d'effet qu'une livre de guano. Le docteur Stœckhardt a fait tout aussi peu d'essais sur le mode d'action du purin ; il n'a pas recherché qu'elle était la quantité de ce dernier équivalente à une livre de guano ; il n'a pas démontré que 3 à 400 livres de purin agissent comme 10 à 12 livres d'urine, enfin il n'a pas prouvé que ces 3 ou 400 livres contiennent autant d'azote qu'une livre de guano ou 10 à 12 livres d'urine de bétail !

Ces questions, les seules importantes pour l'agriculture pratique, n'ont pas même été effleurées par l'expérimentation.

Ce que le cultivateur a appris, *c'est que le purin n'est que de l'urine étendue d'eau*. Il n'était pas besoin de tant de considérations pour arriver à un tel résultat. Le cultivateur le connaissait avant le chimiste et mieux que lui, car il laissait pleuvoir sur son fumier ou y ajoutait de l'eau.

Lorsqu'en contradiction avec la théorie, le cultivateur prétend que le guano opère plus activement que le purin, il n'entend pas dire évidemment qu'une quantité quelconque de purin ne puisse produire autant d'effet qu'une quantité déterminée de guano, mais bien que le guano se comporte en général autrement. M. le docteur Stœckhardt applique les contradictions à la quantité, et recommande d'employer plus de purin, dont il ignore lui-même l'effet. Un jouet appelé *pèse-purin* aidera fort peu l'agriculture.

La *description chimique de la végétation de l'avoine*, par Stœckhardt (l'Agriculteur chimiste, 1855. N.o 2, page 117, et N.o 3, pages 129 et suivantes), est un véritable abus de l'analyse élémentaire. Dans cette publication, il essaye de mesurer l'action de différents engrais, guano, poussière d'os et salpêtre du Chili (matières dont il ignore et n'a pas recherché, pour ce cas particulier, la contenance en azote), d'après le rendement en azote qu'il a obtenu des racines, des tiges et des panicules de l'avoine par une analyse élémentaire des plus

négligées et des plus incomplètes. Il suffit, je pense, de dire ici que M. Stœckhardt est parti de cette idée, savoir que : « dans les engrais employés (le guano, la poussière d'os et le salpêtre de Chili), ***l'azote est le seul élément, commun à tous, qui doive être pris en considération, qu'à lui seul il faut attribuer l'augmentation obtenue dans la production des plantes.*** » (page 136, a,c, O).

Après tout ce que je viens de dire sur la théorie de l'azote, il serait inutile de faire un examen plus approfondi de l'expérimentation dont il s'agit; puisse mon ami Stœckhardt voir dans les ouvrages des autres, par exemple dans l'article du docteur A. Muller (Journal des agriculteurs allemands, 1855, page 168), à quels dangers et à quelle erreur le conduit la voie dans laquelle il s'est engagé, et à quels abus peut entraîner l'imitation.

La matière chimico-agricole de cet article est basée sur une série d'analyses simulées, servant à calculer des aperçus nouveaux; l'ensemble des conséquences est sans aucune portée, et je le regarde comme une parodie inimitable des travaux chimico-agricoles modernes (1).

Le grand nombre d'expériences et de travaux chimico-agricoles, entrepris par les agriculteurs-chimistes, dans les dix dernières années, présentent tous cette particularité que pas un n'a produit un résultat scientifique, qui puisse être réellement de quelque utilité pour l'agriculture pratique. Aucune des nombreuses analyses de ces chimistes n'a donné aux cultivateurs une explication ou un enseignement que celui-ci n'eût pu trouver tout aussi bien sans le secours de la chimie agricole et de ses analyses (2).

---

(1) Le docteur Muller admet que le guano, employé par lui, contenait, pour 100 parties de substances combustibles, une quantité d'azote équivalant à 30 parties d'ammoniaque, supérieure par conséquent à celle contenue dans l'oxalate neutre et le sulfate d'ammoniaque (pour 23, 8 substances combustibles 11 parties d'azote).

Dans la poussière d'os agglutinée, il admet une perte pour l'incinération du cartillage qu'il évalue à 4,6 d'azote!

(2) A cette occasion, je vois avec une vive satisfaction que parmi les jeunes gens à l'instruction chimique desquels j'ai été assez heureux de contribuer, et qui ont consacré leurs forces et leurs connaissances au progrès de l'agriculture, aucun n'appartient aux partisans de la théorie de l'azote.

De toutes les grandes espérances que la chimie avait fait naître, il n'est resté dans l'esprit des cultivateurs que la conviction vague et incertaine d'ailleurs, de l'utilité, peut-être de la nécessité de la chimie.

Une autre cause de ce résultat déplorable, c'est que les hommes qui dès l'origine ont entrepris d'accorder la science avec la pratique n'ont pas su interpréter convenablement les principes de la science, et ne possédaient pas une connaissance exacte de la pratique et de ses besoins. Croyant ne pouvoir attaquer directement les notions fausses et erronées de plusieurs agriculteurs empiriques qui font peu de cas de la science, et s'imaginant qu'ils gagneraient mieux ces derniers en partageant leurs préjugés, ils agirent donc, non pas avec la conscience de leurs forces, mais avec le sentiment de leur faiblesse. S'ils avaient pu présenter à ces cultivateurs, au lieu de l'erreur, la verité, à la place d'une vaine science la science véritable, basée sur de solides fondements, et en opposition avec des préjugés, des rectifications réelles et certaines, avec quelle rapidité n'auraient-ils pas convaincu, même les plus récalcitrants. Mais dans la plupart des cas, ils firent tourner au profit des empiriques qui avaient si peu d'estime pour eux, le bon sens et la logique, et renoncèrent ainsi à l'approbation et à l'appui de la meilleure partie des cultivateurs éclairés, lesquels ne s'opposaient pas dans le principe au progrès, mais qui ont fini par n'avoir que du dédain pour tout cet étalage vain et inutile d'analyses chimiques et de résultats numériques..

La tâche de la chimie agricole était d'épargner des tâtonnements à la pratique, dépourvue de principes, et d'abréger la durée de l'expérience, au lieu de couvrir, en l'élargissant, la route de nombres inutiles ; elle fit ainsi manquer le but essentiel de la science, savoir : *la domination raisonnée du cultivateur sur ses champs.*

L'expérience de l'agriculture pratique est et doit être le minérai dont il appartient à la science d'extraire le noble métal en le séparant de sa gangue pierreuse. Mais ce fut une grande faute de faire au préjudice de la science, sans un examen approfondi, une concession aux

opinions des empiriques, et de leur accorder la prédominance sur les lois de la nature.

Mais seize ans sont un court espace de temps pour mettre en lumière des opinions primitivement obscures, et toute la justesse de leur application; si le caractère de toute période de transformation est un conflit d'opinions opposées, on jugera de la vérité de la théorie de l'azote d'après sa défense.

L'évidence de la vraie doctrine se manifestera par ses progrès; celle qui est fondée sur la nature croîtra et se fortifiera parcequ'elle a de profondes racines; celle qui ne repose que sur des opinions ne peut que varier : nous reconnaîtrons l'une et l'autre à leurs fruits

FABLE

Par M. DELERUE, Membre résidant.

Séance du 3 août 1856.

L'INDUSTRIEL ET LE JOUEUR A LA BOURSE.

Le travail, voyez-vous, est à l'agiotage
Ce qu'est l'or le plus pur au plus vil alliage,
Ce qu'est l'eau des torrents, épurée en son cours,
A celle des ruisseaux venant des carrefours,
Ce qu'à l'active abeille est le frelon rapace,
Ce qu'au rude labeur est une aveugle audace;
Le travail c'est la loi, le devoir, la vertu,
C'est le lutteur blessé mais jamais abattu.
Le travail, voyez-vous, c'est une noble chose,
Mais j'entends le travail de l'esprit ou des bras
Qui blanchit les cheveux, que la sueur arrose,
Que l'on prend en naissant, que l'on quitte au trépas,
Qui rapporte un salaire, un gain juste, équitable,
Un or purifié par un labeur louable,
Et non ce vil trafic de prime et de report,
Ce honteux jeu de bourse, à la hausse, à la baisse,
Où l'on prend des écus, mais où l'honneur se laisse!
Qui nous fait grand seigneur sans peine et sans efforts,
Qui nous donne chevaux, laquais, luxe de table,
Qui... mais pardon, j'ai promis une fable.

« Vous travaillez, mon cher, depuis plus de trente ans
» Et vous n'avez encore ni chevaux, ni voiture,
» Je ne comprends pas, je vous jure,
» A quoi vous avez pu passer ainsi le temps.
» Je n'entends point ici faire un trait de satire,
» Mais on a bien raison de dire
» Que tous les gens du temps passé
» Ont tous leur temps bien mal passé.

» Vous aurez entrepris une mauvaise veine,
» Car moi, dans le commerce, un des derniers venus,
» J'ai dejà su gagner, sans douleur et sans peine,
» Près de çent mille écus. »

Ainsi parlait, hier, un seigneur de la Bourse
En abordant un brave industriel,
Qui répondit : — « Je n'ai pas grâce au ciel,
« Fait ma fortune au pas de course,
» Et j'en puis avouer la source :
» C'est l'ordre et le travail bénis par l'Eternel :
» Si j'ai bien moins que vous après trente ans de peines,
» De soins, de travaux journaliers,
» J'ai procuré du pain à cinq cents ouvriers
» Et rappelé le sang en leurs arides veines.
» J'ai payé leur travail avec humanité,
» Et s'ils sont l'instrument de ma prospérité,
» Ils ont trouvé chez moi, même en des jours d'orage,
» Un ami sûr, fidèle, un charitable cœur ;
» Comme dans les forêts, sous un puissant ombrage
» La faible plante trouve un abri protecteur.
» Voilà ce que j'ai fait. Mon active industrie
» Fut cent fois plus utile à ma noble patrie,
» A mes concitoyens, à mon prince, à l'Etat,
» Que tout votre or gagné sans lutte et sans combat,
» Votre or ! mais à mes yeux, il n'a point de mérite,
» Pour rester en vos mains, il fut gagné trop vite.
» Et comme on voit ces fleuves écumeux
» Au jour fatal de leur dérive,
» Dans leur élan impétueux
» Emporter tout jusqu'à la rive
» Qu'ils étaient venus caresser ;
» Ainsi votre or pêché dans les flots de la bourse
» Sera perdu pour vous, sans aucune ressource,
» Quand venant à se courroucer,
» Ces flots dans leur fureur, hélas ! par trop commune
» L'emporteront un jour avec vtore fortune. »

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

ÉTUDES THÉORIQUES ET PRATIQUES SUR LA TEINTURE, L'IMPRESSION, LES APPRÊTS ET LA PEINTURE.

Par M. KUHLMANN, Membre résidant.

Séance du 18 avril 1856.

1.re PARTIE.

TEINTURE.

Il est une opinion qui a été des plus accréditées parmi les chimistes qui les premiers se sont occupés de l'étude des phénomènes si compliqués de l'art de la teinture : c'est celle qui consiste à admettre que les matières azotées ont une aptitude à recevoir la teinture plus grande que les matières non azotées. On citait à l'appui de cette opinion la teinture de la soie et de la laine plus facile que celle du coton et du lin. Dans la teinture en rouge d'Andrinople, on a considéré l'emploi des bains de fiente de mouton, comme devant donner une espèce d'animalisation au coton. Les bains de bouse de vache pouvaient, aux yeux des teinturiers, être considérés comme devant produire un résultat analogue. Ces idées, en ce qui concerne la bouse de vache, ont dû être abandonnées par les chimistes, alors surtout que plusieurs substances salines, et en particulier le silicate de soude, ont été substituées à cette matière comme moyen de fixation des mordants.

L'ensemble général de la théorie de la fixation des couleurs sur les tissus a été l'objet de savantes recherches et des plus

judicieuses observations de la part d'un illustre savant bien compétent en cette matière. M. Chevreul a fait voir que cette fixation, plus ou moins facile, dépend tantôt de la nature du tissu, tantôt de la nature de la matière colorante elle-même. Quoi qu'il en soit du degré de fondement de la doctrine de l'animalisation des tissus, j'ai voulu m'assurer si du coton modifié dans sa composition par sa combinaison avec les éléments de l'acide nitrique et, par conséquent, sa transformation en pyroxyline, n'acquerrait pas, par ce fait, des dispositions particulières à absorber les matières colorantes. Je fis préparer avec un grand soin une assez grande quantité de pyroxyline avec du tissu de coton et du tissu de lin, ainsi qu'avec du coton en laine. Je procédai à cette préparation par le procédé de M. Meynier, en employant un mélange d'acide nitrique monohydraté et d'acide sulfurique concentré. La pyroxyline fut lavée plusieurs fois à grande eau, et même trempée pendant quelque temps à froid dans une dissolution de carbonate de soude cristallisé pour être lavée encore.

Après s'être mis ainsi à l'abri de toute influence de l'acide libre, on procéda à différents essais comparatifs d'impression et de teinture des tissus pyroxylés et de tissus non azotés. Pour ces essais, j'eus recours aux soins obligeants et à l'habileté de M. Dietz, mon élève et ancien préparateur, qui dirigeait alors une grande imprimerie d'indiennes, près de Bruxelles. On prépara les tissus pyroxylés par le traitement suivant : on fit tremper ces tissus pendant vingt-quatre heures dans l'eau froide, on les foula, les rinça, les fit tremper ensuite dans l'eau bouillante, et, après un nouveau lavage et une demi-dessiccation, on les soumit au calandrage pour l'impression.

Divers mordants ont été imprimés simultanément sur des tissus de coton et de lin pyroxylés et des parties des mêmes tissus non azotées; ces derniers avaient été parfaitement débarrassés de tout corps étranger par une ébullition durant trois heures, dans

un bain faible de carbonate de soude, lavés, puis traités par un bain légèrement acidulé par de l'acide sulfurique, lavés de nouveau et enfin, après un demi-séchage, calandrés pour les disposer à l'impression.

L'impression sur les tissus azotés et non azotés eut lieu simultanément avec les mordants suivants :

Noir	Pyrolignite de fer à 7 degrés Baumé. Epaissi à l'amidon.
Puce	2 parties de pyrolignite de fer à 10 degrés. 1 partie de pyrolignite d'alumine à 8 degrés. Epaissi à l'amidon.
Rouge	Pyrolignite d'alumine à 8 degrés. Epaissi à l'amidon soluble.
Violet	Pyrolignite de fer à 1 degré. Epaissi à l'amidon soluble.
Lilas	Pyrolignite de fer à $\frac{1}{2}$ degré. Epaissi à l'amidon soluble.
Bois	Décoction de cachou avec acide acétique. Un peu de nitrate de cuivre.

Les tissus après l'impression sont restés suspendus six jours dans la chambre à oxyder froide, et un jour dans la chambre à oxyder chaude.

On a dégommé au bain de bouse de vache et craie à 70 degrés centigrades pendant dix minutes, bien nettoyé, dégommé une seconde fois dans un même bain à la même chaleur, nettoyé, rincé.

La teinture s'est faite simultanément avec de la garancine dans un bain d'eau de rivière légèrement acidulée ; on est entré à 35 degrés centigrades et l'on a élevé successivement la température du bain pour arriver, en trois heures, à 85 degrés ; enfin on a foulé, rincé et séché.

Les échantillons teints ont été divisés par moitiés, et l'une des moitiés a été soumise au blanchiment par le chlorure de chaux.

Toutes ces opérations permirent de constater les faits suivants :

Tous les tissus azotés restèrent excessivement pâles, comparés aux tissus non azotés, malgré la surabondance de matière tinctoriale. Le tissu azoté, quoique se refusant à se charger des mordants, semble posséder la propriété de se combiner sans le secours de ces derniers avec une partie de la matière colorante de la garance, à en juger par la nuance jaunâtre qui persiste même après le passage au chlorure.

Désireux de m'assurer que les résultats obtenus n'étaient pas dus à des circonstances exceptionnelles, et notamment à une partie d'acide que les lavages exécutés, si complets qu'ils aient été, n'avaient pas entièrement enlevée, je fis renouveler les essais précédents, en faisant tremper les tissus azotés, pendant vingt-quatre heures, dans un bain tiède et léger de carbonate de soude cristallisé, rincer, laver à différentes reprises, cylindrer, humecter et imprimer après dessiccation.

Après l'impression des mordants, ces tissus ont été suspendus dans la chambre à fixer pendant huit jours.

Le dégommage et la teinture ont eu lieu comme dans l'expérience précédemment décrite.

Des résultats entièrement identiques ont été obtenus et les mêmes conclusions doivent en être tirées.

D'autres coupons de coton et un de lin ont été traités à chaud par un bain de pyrolignite de fer et ensuite passés dans un bain de noix de galle. Les tissus azotés ne prirent que peu de mordant et restèrent après la teinture fort pâles comparativement aux tissus de coton et de lin non transformés en pyroxyline.

A la suite de ces essais, des teintures en bleu de Prusse furent tentées sur du coton en laine. Comme pour la teinture en noir par la noix de galle, le coton pyroxylé ne prit qu'une nuance excessivement pâle en la comparant à la couleur du coton non pyroxylé. Mêmes résultats dans une série d'essais de teinture

de coton en laine, en remplaçant la garance par du bois de Brésil.

Ainsi, contrairement à toute prévision, et surtout à la doctrine qui tendrait à admettre d'une manière absolue, l'efficacité de l'existence de l'azote dans la matière à teindre, la pyroxyline se refuse à la teinture. Cela résulte d'une manière incontestable des faits que je viens de consigner.

Des observations récentes de M. Béchamp ayant établi la possibilité de ramener le coton pyroxylé à son état primitif, je voulus m'assurer si, par cette transformation, le coton reprenait aussi son aptitude à recevoir la teinture.

On sait que le procédé de M. Béchamp consiste à faire bouillir pendant assez longtemps la pyroxyline dans une dissolution de protochlorure de fer et à le dépouiller ensuite de l'oxyde de fer qui s'y est fixé au moyen de lavages à l'acide chlorhydrique. Je dois à l'obligeance de cet habile chimiste d'avoir pu, en passant il y a quelques mois à Strasbourg, assister à la reproduction des remarquables résultats de ses recherches sur ce point.

Des expériences comparatives me démontrèrent bientôt que du coton, dénitrifié par le procédé de M. Béchamp, reprenait, en grande partie du moins, la propriété de recevoir les couleurs, qui appartient au coton non azoté.

Mon opinion sur la non-aptitude du coton azoté à recevoir la teinture, était bien fixée à la suite des faits révélés par les expériences que je viens de décrire, lorsqu'une circonstance particulière ramena mon attention sur ce point.

Il m'était resté de mes premiers essais, qui ont eu lieu en janvier 1853, une assez grande quantité de tissu de coton pyroxylé. Ce tissu, plissé en rouleau serré, avait été introduit dans un bocal à large ouverture, fermé par un bouchon de liége. Il y a deux mois environ, je m'aperçus que le bocal était rempli de vapeurs nitreuses et que le bouchon, imprégné d'acide nitrique,

qui l'avait corrodé, avait été soulevé pour laisser passage aux vapeurs rutilantes.

Ce phénomène de décomposition spontanée attira mon attention. Quelle a été la cause de cette décomposition ? C'est ce qu'il m'est encore difficile d'apprécier, car du coton pyroxylé qui avait été teint et conservé depuis la même époque. n'avait subi aucune altération.

Je fis laver à grande eau la pyroxyline ainsi décomposée ; le tissu était fortement altéré et s'arrachait sous un faible effort ; son inflammabilité était considérablement diminuée.

Divers essais analytiques eurent lieu pour établir la proportion des principes nitreux restés en combinaison avec la cellulose. — Ces résultats furent confirmés par M. Wurtz. Voici les chiffres de cet habile chimiste :

I. $0^{gr},4795$ de matière desséchée dans le vide à 110 degrés ont donné 0,5495 d'acide carbonique et 0,176 d'eau.

II. $0^{gr},416$ de matière desséchée dans le vide à 100 degrés et brûlés avec l'oxyde de cuivre ont donné $27^{cc},75$ d'azote.

Température, 9 degrés. Pression, $0^{m},7603$.

Ces chiffres donnent, en centièmes :

Carbone............................	31,25
Hydrogène............................	4,08
Azote............................	7,88

Si l'on consulte les analyses du fulmi-coton, on trouve :

Carbone......	28,5 (Demonte et Ménard)	28,5 ..	27,9 (Béchamp).
Hydrogène...	3,5	3,5...	3,5
Azote.........	11,6	11,5...	11,1

On voit, par la comparaison de ces résultats, que le coton pyroxylé, altéré spontanément, renferme environ un tiers d'acide nitrique de moins que le fulmi-coton non altéré.

J'eus la curiosité d'examiner comment la pyroxyline ainsi dénitrifiée partiellement se comportait quant à la fixation des couleurs. Des essais de teinture eurent lieu au moyen de la garancine et du bois du Brésil avec ce coton mordancé, au

moyen de l'acétate d'alumine, et je ne fus pas peu étonné de voir que, non-seulement il ne refusait plus de prendre la teinture comme le coton pyroxylé, mais qu'il donnait des couleurs infiniment mieux nourries et plus éclatantes que le coton non azoté et traité dans les mêmes conditions de mordançage et de teinture.

Le phénomène d'une teinture du coton en une nuance approchant de l'écarlate, par le bois du Brésil avec le mordant d'acétate d'alumine fixa particulièrement mon attention, et aussitôt j'entrepris une série de recherches tendant à produire artificiellement un coton nitré avec des propriétés de fixation des couleurs aussi énergiques que celles de la pyroxyline décomposée, qu'une circonstance fortuite avait mise en mes mains.

Après avoir constaté d'une manière irrécusable que dans le coton, résultat de la décomposition de la pyroxyline, les éléments nitreux retenus étaient restés en combinaison chimique avec la cellulose, je reconnus bientôt que ces éléments n'étaient pas entrés dans un état de combinaison aussi stable, en présence des sels de protoxyde de fer, que cela existe dans la pyroxyline.

On soumit à une douce chaleur de la pyroxyline décomposée et de la pyroxyline intacte, dans un bain de sulfate de protoxyde de fer. En très-peu de temps, la pyroxyline, qui avait perdu une partie de ses éléments nitreux, se colora en jaune chamois, tandis que la pyroxyline prit beaucoup moins d'oxyde de fer que du coton ordinaire placé dans les mêmes circonstances. Lorsqu'on transforma l'oxyde de fer en bleu de Prusse par un bain de ferrocyanure de potassium légèrement acidulé, les mêmes différences de couleur se reproduisirent. Ainsi, en résumé, la pyroxyline, en perdant une partie de ses éléments nitreux, non-seulement perd sa résistance à absorber des mordants et des couleurs, mais devient même infiniment plus apte à se charger de ces corps que le coton non azoté.

2.me PARTIE.

Dans la première partie de ce travail j'ai consigné les résultats d'essais ayant pour but de déterminer l'influence sur la fixation des couleurs qui résulte de la transformation des fils et tissus en pyroxyline. A cette occasion, j'ai été à même de constater que la pyroxyline, privée, par une décomposition spontanée, d'une partie de ses principes nitreux, acquérait, au point de vue de la teinture, des propriétés entièrement opposées à celles que mes premiers essais tendaient à faire admettre.

Une nouvelle série d'expériences eut lieu en remplaçant les tissus formés de pyroxyline spontanément décomposée, par des étoffes de coton qui, avant de recevoir le mordant, avaient été mises en contact, pendant un temps plus ou moins long, soit avec de l'acide nitrique à divers degrés de concentration, soit avec des mélanges variables d'acide nitrique et d'acide sulfurique. Les résultats de ces essais furent des plus remarquables. Avec le bois du Brésil, l'acétate d'alumine donna sur coton non azoté des nuances rouges violacées ; une immersion pendant vingt minutes dans de l'acide nitrique à 34 degrés, suivie d'un lavage à grande eau et d'un passage dans une faible dissolution de carbonate de soude, au préalable de l'application du mordant, donna une couleur rouge beaucoup plus nourrie et beaucoup moins violacée que celle que prit du coton non préparé à l'acide. Ce résultat a été confirmé par plusieurs essais successifs. Un effet bien sensible fut produit même par l'immersion du coton pendant une demi-heure, dans le même acide étendu de deux fois son volume d'eau, et dans ce dernier cas le coton ne fut pas sensiblement altéré dans sa solidité.

L'essai comparatif suivant fut l'un des plus remarquables par ses résultats :

N.° 1. Coton sans préparation à l'acide.

N.° 2. Coton resté cinq minutes dans un mélange de 2 vo-

lumes d'acide nitrique à 34 degrés et 1 volume d'acide sulfurique à 66 degrés.

N.° 3. Coton resté deux minutes dans un mélange de 1 volume acide nitrique à 34 degrés et 1 volume d'acide sulfurique à 66 degrés.

N.° 4. Coton resté vingt minutes dans un mélange de 1 volume d'acide nitrique à 34 degrés et 2 volumes d'acide sulfurique à 66 degrés.

N.° 5. Coton resté vingt minutes dans un mélange de 1 volume acide nitrique à 34 degrés et 2 volumes d'acide sulfurique à 66 degrés et 1/2 volume d'eau.

Après les bains acides, les tissus furent lavés à grande eau, passés en un bain de carbonate de soude, puis lavés encore, enfin passés dans un mordant d'acétate d'alumine. La teinture eut lieu dans une décoction de bois du Brésil.

Le coton N.° 1 prit une couleur rouge pâle violacée;

Le N.° 2 prit une teinte rouge moins violette, mais encore assez pâle;

Le N.° 3 une couleur plus nourrie et plus vive;

Le N.° 4 une couleur rouge ponceau beaucoup plus foncée, assez analogue à celle obtenue par la pyroxyline décomposée;

Enfin le N.° 5 prit une couleur rouge foncé d'une richesse extraordinaire, la plus belle nuance qui ait été obtenue dans tous mes essais. L'essai N.° 5 fut reproduit dans les mêmes circonstances en augmentant la force du bain de teinture, et l'on obtint une couleur d'un rouge éclatant tellement foncé, qu'il paraissait brun.

Cette série d'essais fut répétée plusieurs fois, et les mêmes résultats furent constamment obtenus.

Il résulte d'une manière manifeste de ces essais, qu'un mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique donne des couleurs se rapprochant davantage de l'écarlate, que le bain acide qui donne les meilleurs résultats consiste en un mélange de 1 volume acide nitrique à

34 degrés, 2 volumes acide sulfurique à 66 degrés et 1/2 volume d'eau.

Quoique la cochenille et l'orseille ne soient pas des couleurs généralement applicables à la teinture du coton, je fis cependant avec ces matières tinctoriales quelques essais comparatifs.

Le mordant fut encore de l'acétate d'alumine.

Une immersion du coton pendant vingt minutes dans un bain d'acide nitrique pur, ou d'un mélange de 2 volumes acide nitrique et 1 volume acide sulfurique, donna à la teinture avec la cochenille une nuance giroflée pâle, peu différente de celle obtenue sans bain d'acide.

Une immersion pendant vingt minutes dans un bain de 1 volume acide nitrique et de 1 volume acide sulfurique, donna une couleur beaucoup plus foncée.

Enfin le mélange de 1 volume acide nitrique et de 2 volumes acide sulfurique, donna une couleur giroflée d'une intensité de couleur au moins double de celle de l'essai précédent.

Ces résultats sont assez concordants avec ceux observés pour la teinture au bois de Brésil.

Le dernier mélange d'acides permit d'obtenir, aussi sur coton, une couleur assez nourrie avec l'orseille.

On essaya enfin l'emploi de la garancine comme matière tinctoriale.

Un bain d'acide nitrique seul donna sur coton une nuance un peu plus jaune, mais pas plus foncée qu'en l'absence de tout traitement nitreux : 2 volumes acide nitrique et 1 volume acide sulfurique donnèrent une nuance pareille, mais plus foncée que la précédente. 1 volume acide nitrique à 34 degrés et 1 volume acide sulfurique donnèrent une très-belle couleur d'un rouge brun, comme le rouge d'Andrinople avant l'avivage. Par 1 volume acide nitrique et 2 volumes acide sulfurique, on obtint cette même intensité de couleur, mais d'une nuance tirant plus sur l'orange. Enfin vingt minutes de contact du coton avec un mé-

lange de 1 volume acide nitrique, 2 volumes acide sulfurique et 1/2 volume d'eau, donnèrent une couleur rouge très-vive et beaucoup plus foncée que la précédente.

Tous mes essais, qui avaient été faits avec du coton nitré, furent répétés avec de la laine, de la soie, des plumes et du crin, en soumettant ces matières, avant la teinture et le mordançage, aux mêmes traitements par les acides, et des résultats tout aussi remarquables, au point de vue de l'augmentation, de l'intensité et de la richesse des couleurs furent obtenus. Avec de l'acide nitrique étendu de cinq fois son volume d'eau, les effets sont déjà très-prononcés.

Comme, dans le traitement par des acides concentrés, les fils ou tissus, surtout ceux de coton et de lin, sont sensiblement altérés, et qu'ainsi, dans la pratique de la teinture, les résultats qui précèdent n'auraient pas d'application générale, mes essais se sont dirigés vers la fixation sur ces fils ou tissus des matières azotées diverses qui se produisent dans l'action de l'acide nitrique concentré sur certaines matières organiques, en vue d'augmenter leur affinité pour les matières colorantes.

L'acide picrique, qui ne se fixe pas sur coton avec un mordant d'alumine, donne des nuances très-nourries, lorsque le coton a été nitré. Dans ce cas, cet acide agit comme matière colorante, mais il agit aussi comme mordant, surtout pour produire des couleurs composées, soit en donnant des bains d'acide picrique, après l'application sur étoffes des mordants ordinaires, soit en mélangeant cet acide en quantité variable avec la couleur dans le bain de teinture. Les couleurs ainsi composées sont très-vives et présentent les nuances les plus éclatantes, mais elles sont plus particulièrement applicables à la teinture sur laine et sur soie, car, dans la teinture sur coton, l'acide picrique fixé réagit à la longue sur la matière colorante, et en général l'altère profondément, en la faisant virer au jaune.

Il est encore une considération très-importante qui devait me

préoccuper dans mes recherches : c'est le danger de l'emploi de grandes quantités d'acide nitrique pour préparer les étoffes à la teinture. Cet acide, en formant avec les étoffes une véritable combinaison chimique en proportions variables, combinaison que la teinture ne détruit pas, augmente leur combustibilité. Je n'ai pas besoin d'insister sur cette considération ; elle s'adresse à des intérêts trop graves, et chacun en saisira tout d'abord l'importance.

Au point de vue de la théorie de la teinture, il est un fait que les résultats des essais que j'ai signalés ont mis hors de doute. Si l'on ne peut faire dépendre la fixation des couleurs d'un principe à application constante, celui par exemple qui reposerait uniquement sur la composition de la matière à teindre, si, comme l'a démontré M. Chevreul, cette aptitude procède souvent aussi des propriétés particulières de la matière colorante elle-même, se fixant mieux sur tel ou tel tissu, on peut dès aujourd'hui établir que la composition chimique du corps à teindre a la plus grande influence sur cette fixation ; que les teintures sont de véritables combinaisons chimiques, et que les effets dus à la capillarité et à la structure particulière de la matière filamenteuse ne sont que secondaires. C'est du reste ce que je mettrai plus en évidence encore dans la troisième partie de ce Mémoire.

3.me PARTIE.

Les faits nombreux consignés dans les deux premières parties de ce travail démontrent, jusqu'à la dernière évidence, que la fixation des couleurs dans la teinture dépend, sinon exclusivement, du moins en très-grande partie, d'une action chimique entre les matières colorantes et les étoffes dans leur état naturel ou ces étoffes diversement modifiées, soit par leur combinaison avec d'autres corps, soit par un arrangement moléculaire particulier de leurs principes constitutifs. Afin d'établir cette propo-

sition d'une manière incontestable en ce qui concerne la combinaison de la cellulose avec l'acide nitrique, il convient de bien démontrer que cet acide n'intervient pas dans la teinture en se mettant en liberté et en réagissant dans cet état sur les matières colorantes. Pour écarter toute objection à cet égard, il suffirait d'argumenter de ce que les tissus nitrés à différents degrés ne perdent pas, pendant la teinture, leur propriété d'être plus combustibles que les tissus non nitrés, de même que la pyroxyline ne perd aucune de ses propriétés caractéristiques en subissant toutes les opérations de la teinture. Mais d'autres motifs viennent encore s'opposer à l'admission de toute influence étrangère à la nature même du tissu à teindre. Ainsi, j'ai constaté que les étoffes pyroxylées ne prennent pas plus de couleur dans les bains de teinture à réaction acide que dans les bains alcalins, et que la pyro xyline spontanément décomposée attire, bien plus énergiquement que le coton naturel, les couleurs dans l'une comme dans l'autre circonstance. J'ai mis ces faits hors de doute en teignant du coton naturel, du coton pyroxylé, du coton nitré et de la pyroxyline spontanément décomposée, et cela sans le secours d'aucun mordant, dans une dissolution acide d'indigo et dans une dissolution alcaline d'orseille; toujours les propriétés caractéristiques de la fibre végétale dans ses divers états de combinaison se sont manifestées. J'ajouterai encore que la pyroxyline, privée d'une partie de ses principes nitreux par la décomposition spontanée. et le coton nitré, se comportent dans la teinture de carthame exactement comme dans la teinture de bois de Brésil, de garance, etc., tandis que le fulmi-coton ne prend de couleur dans aucun cas. Il reste donc évident que, par sa combinaison avec une proportion déterminée de principes nitreux, la cellulose se rapproche, quant à ses propriétés d'absorber les couleurs, des matières azotées naturelles.

Il est un point sur lequel je crois devoir insister avec l'illustre auteur de la théorie du constraste simultané des couleurs : c'est

qu'on ne saurait, d'une manière absolue, établir comme principe en teinture, que les tissus azotés naturels ou d'origine animale ont, pour toutes les matières colorantes, une affinité plus grande que les tissus non azotés. On sait que la laine ne prend pas la couleur de carthame avec la même facilité que le coton. Il en est de même pour la laine nitrée; j'ai constaté que si la soie traitée par l'acide nitrique, quoique parfaitement dégagée d'acide libre, attire la couleur de la fleur de carthame avec plus d'énergie que la soie dans son état naturel, en donnant une couleur écarlate comme le coton nitré, cette propriété ne s'étend pas au même degré à la laine. Dans tous mes essais précédents, j'ai toujours observé que la laine est de toutes les matières textiles la moins apte à acquérir, par son immersion dans l'acide nitrique, une disposition plus grande à absorber les matières colorantes.

Il ne faudrait pas admettre non plus que tous les corps azotés artificiels possèdent la propriété d'attirer les matières colorantes et de pouvoir servir d'auxiliaire pour les fixer sur les tissus. Des essais faits avec de l'acide urique, du nitrate d'urée et de l'urate de potasse, ne m'ont donné aucun résultat. Si, au point de vue du carthame, la résistance de la laine à prendre cette couleur résulte de propriétés particulières, étrangères à la composition, on doit aussi attribuer aux propriétés particulières de l'acide urique de ne pas pouvoir servir à fixer les couleurs comme les composés nitreux.

Il me restait surtout à examiner jusqu'à quel point de simples modifications dans l'arrangement moléculaire pouvaient apporter des modifications dans l'aptitude des fils et tissus à attirer les matières colorantes et à former avec elles une véritable combinaison chimique.

Il y a quelques années, un manufacturier anglais, M. Merser, a fait connaître que les tissus de coton donnaient dans l'impression et la teinture des couleurs plus nourries en les immergeant, au préalable de l'application des mordants, dans une dissolution concentrée de soude caustique.

J'ai confirmé par quelques essais la vérité de cette assertion, mais je dois ajouter que les résultats obtenus étaient loin d'être comparables, quant à l'intensité des couleurs, à ceux produits par l'action combinée des acides nitrique et sulfurique.

Pour expliquer le phénomène observé par M. Merser, on a attribué la plus grande intensité de couleur produite sur une étoffe à un effet en quelque sorte mécanique, à un simple rapprochement des fibres dont le tissu était composé. On était facilement conduit à cet opinion par l'examen des tissus traités par les alcalis caustiques; ces tissus, en effet, se contractent dans tous les sens sous l'influence de ces alcalis. Cette explication, qui déjà me paraît hasardée lorsqu'il s'agit du traitement des tissus par la soude et lorsqu'il s'agit d'une faible augmentation dans l'intensité des couleurs, est entièrement inadmissible dans les circonstances où l'intensité des couleurs est provoquée par d'autres réactions, notamment par celle de la décomposition spontanée de la pyroxyline.

Quoi qu'il en soit, l'intéressante observation de M. Merser dut fixer mon attention d'autant plus, que d'autres observations tendent à établir que cette propriété des alcalis caustiques est partagée par d'autres corps.

Sans attribuer d'une manière absolue à la cause signalée l'intensité de couleurs que prennent dans la teinture les tissus de coton préparés par la potasse ou la soude, on peut admettre sans difficulté que beaucoup de modifications de la nature des tissus par des agents chimiques énergiques peuvent donner à ces tissus une aptitude plus grande à absorber les couleurs.

En vue de fixer les idées des chimistes sur ce dernier point, j'ai fait des essais nombreux de teinture avec des tissus de coton altérés par l'action de divers agents chimiques avec ou sans le secours de la chaleur. J'altérai des tissus de coton au moyen du chlore, de l'acide chlorhydrique, de l'acide fluorhydrique; à la teinture, je n'observai aucun résultat, ce qui permet de conclure

tout d'abord que tous les genres d'altérations ne conviennent pas pour rendre plus énergiques les propriétés du coton d'absorber les couleurs. Des résultats des plus favorables furent, par contre, obtenus par l'action des acides sulfurique et phosphorique concentrés. Par l'action de ces acides, les tissus se resserrent comme par les alcalis caustiques, et prennent une certaine translucidité, circonstance qui peut expliquer jusqu'à un certain point leur plus facile pénétrabilité par les dissolutions colorées; mais en présence des faits nombreux signalés dans ce travail, faits où ces effets ne se produisent pas, il me paraît logique d'admettre, d'une manière générale, qu'un arrangement moléculaire différent dans la matière à teindre, alors même qu'il n'y aurait pas de changement dans sa composition chimique, est la cause essentielle des résultats observés. Lorsque les tissus de coton se resserrent et prennent une certaine translucidité, il est évident que la cellulose est modifiée dans sa constitution chimique, elle tend à se transformer en dextrine et en glucose; et alors même qu'on admettrait que la composition de la cellulose n'est pas changée, on pourra dans des corps isomères admettre des propriétés très-différentes. Dans ces cas, un arrangement moléculaire différent peut donner lieu à une combinaison chimique nouvelle; et le résultat d'une plus grande intensité de couleur dans la teinture, sans être expliqué par l'état purement physique de la matière, par une espèce de contraction des fibres du coton ou du lin, doit de préférence être attribué à une combinaison chimique différente. Combien, parmi les matières organiques, ne voyons-nous pas de corps isomères qui affectent cependant des propriétés différentes lorsqu'il s'agit de leur combinaison avec d'autres corps.

Après avoir constaté avec quelle facilité les principes nitreux disposent les fils et tissus à absorber énergiquement les couleurs, après avoir démontré que d'autres agents, qui n'entrent pas en combinaison chimique avec les tissus, peuvent produire des effets analogues, j'ai voulu vérifier expérimentalement la valeur des

opinions énoncées par les auteurs qui se sont occupés d'expliquer les réactions qui s'accomplissent dans la teinture du coton en rouge d'Andrinople, relativement à l'influence qu'exercent dans cette teinture la bouse de vache et le crotin de brebis, dont on y fait fréquemment usage.

Dans cette teinture, dont les procédés sont si compliqués, la fixation de la couleur et sa solidité peuvent dépendre de circonstances diverses : de l'existence d'une matière animale, de la combinaison de cette matière avec les mordants alumineux, de la combinaison des mordants alumineux avec le tanin, enfin de l'emploi des huiles d'olive tournantes ; de sorte qu'il devient nécessaire, pour éclaircir le fait particulier de l'influence des matières azotées, de s'appliquer à étudier l'influence isolée de ces matières sur la fixation des couleurs.

Un fait particulier avait fixé mon attention.

Lorsque l'on soumet à la teinture des œufs pour leur donner les couleurs diverses des *œufs de Pâques*, on peut se contenter de les faire bouillir dans des décoctions de différentes matières tinctoriales, de bois de Brésil, de bois de campêche, de pelures d'oignons, de pains de tournesol, d'orseille, etc. Toutes les couleurs se fixent parfaitement bien sans l'intervention d'aucun mordant, avec cette seule différence que tel œuf prend la couleur plus facilement que tel autre. J'ai pensé que, dans ce cas, la fixation des couleurs devait être déterminée, non par le sel calcaire dont la coque de l'œuf est formée, mais par un enduit azoté fixé à sa surface. Cette présomption s'est bientôt transformée pour moi en réalité par les résultats de l'expérience suivante :

J'ai fait tremper pendant quelques instants des œufs dans de l'acide chlorhydrique affaibli, en ayant la précaution de ne faire atteindre par le liquide acide, que la moitié de la surface de chaque œuf. Par ce contact, les parties de l'œuf soumises à l'action de l'acide se sont couvertes d'une matière émulsive blanche que le lavage subséquent à l'eau a détachée. Les œufs

ainsi traités, étant soumis à la teinture, n'ont pris les couleurs que dans les parties non atteintes par l'acide et où le carbonate de chaux se trouvait recouvert de leur enduit naturel qui a quelque analogie avec l'albumine coagulée. Les parties de l'œuf qui avaient été en contact avec l'acide sont restées parfaitement blanches.

L'énergie de l'albumine à absorber les couleurs me fut démontrée d'ailleurs en teignant dans les bains de bois du Brésil, d'orseille, de tournesol, etc., de l'albumine coagulée par la chaleur. Ces curieux résultats devaient me conduire à essayer d'augmenter directement la propriété des tissus d'absorber les couleurs par l'emploi de diverses matières animales. Je fis de nombreux essais en préparant les étoffes de coton, de laine et de soie par une immersion dans une dissolution d'albumine et en coagulant cette albumine sur les tissus par l'action de la chaleur ou d'un acide, au préalable de la teinture.

J'arrivai ainsi à des résultats très-favorables pour la teinture du coton et à des résultats un peu moins significatifs pour la teinture de la soie, mais à peine appréciables pour la laine. Mes essais eurent lieu avec le bois de Brésil, la garance et le bois de campêche.

Après l'albumine, j'ai essayé avec le même succès l'action du lait et du caséum, qui peuvent être coagulés à la surface des tissus au moyen d'un acide. Le lait surtout, soit seul, soit associé aux mordants, m'a donné des couleurs très-nourries.

Enfin j'opérai aussi avec la gélatine; mais, dans ce dernier cas, je déterminai la coagulation au moyen du tanin. J'obtins encore des résultats, mais peu marqués, sans le secours des mordants. J'ai pu constater dans ces derniers essais, que la gélatine, en permettant de fixer très-abondamment le tanin sur les étoffes, peut intervenir très-efficacement dans la teinture en gris ou en noir au moyen des sels de fer. Les couleurs que j'ai ainsi obtenues présentent la plus grande solidité.

Enfin j'ai complété ces recherches en soumettant à un examen attentif l'influence des matières azotées coagulables, comme moyen de fixation sur les tissus dans des conditions d'insolubilité des oxydes métalliques, même de ceux dont les sels ne se décomposent que difficilement au seul contact des tissus.

De nombreux essais comparatifs eurent lieu avec l'acétate d'alumine, le chlorure de manganèse, le sulfate de zinc, le sulfate de cuivre, le sulfate de protoxyde de fer, le perchlorure de mercure et le chlorure de platine.

En employant comme matière tinctoriale le bois de Brésil, on obtint les résultats suivants :

Le coton naturel, sans mordant, prit dans ce bain une couleur rouge-violacé pâle, et le coton albuminé une nuance rouge-violet foncé.

L'intervention des sels métalliques se manifesta de la manière suivante dans le même bain de teinture :

	COTON NATUREL après immersion dans une dissolution de sels métalliques, lavage immédiat et teinture.	COTON ALBUMINÉ traité de la même manière.
Acétate d'alumine.........	Rouge brun........	Rouge violacé plus foncé.
Chlorure de manganèse.....	Giroflée	Giroflée presque noir.
Sulfate de zinc............	Rouge violacé clair..	Violet foncé
Sulfate de cuivre..........	A peu près les mêmes résultats qu'avec le sulfate de zinc.	
Sulfate de protoxyde de fer..	Rouge violet.......	Noir violacé.
Perchlorure de mercure.....	Giroflée...........	Noir à reflet rouge.
Chlorure de platine.......	Rouge brun sale....	Même nuance beaucoup plus foncée.

Les mêmes essais furent répétés en employant la garance comme matière tinctoriale ; des résultats analogues furent observés, mais les différences ont été moins marquées.

	COTON NATUREL après immersion dans une dissolution de sels métalliques, lavage et teinture.	COTON ALBUMINÉ traité de la même manière.
Acétate d'alumine.........	Rouge brun........	Même nuance un peu plus nourrie.
Chlorure de manganèse.....	Violet sale.........	» plus foncée.
Sulfate de zinc.	Violet terne..	» plus foncée.
Sulfate de cuivre..........	Violet brun........	» différence peu sensible.
Sulfate de protoxyde de fer. .	Violet foncé........	» mais plus foncée encore
Perchlorure de mercure.....	Giroflée brun	» beaucoup plus foncée.
Chlorure de platine........	Brun clair.	Brun plus rouge et un peu plus foncé.

De tous ces essais on peut tirer cette conclusion que l'albumine étant appliquée uniformément à la surface des tissus de coton peut servir à y fixer, comme le ferait un mordant, mais d'une manière moins énergique, les couleurs de la garance et du bois de Brésil, et qu'elle peut aussi servir d'intermédiaire pour précipiter sur les étoffes divers oxydes métalliques avec lesquels elle forme des combinaisons insolubles.

Dans la teinture, les étoffes imprégnées de ces combinaisons absorbent avec plus de facilité les couleurs que si ces dernières étaient préparées soit avec l'albumine, soit avec les mêmes sels métalliques pris isolément.

Des résultats analogues ont lieu lorsqu'on fixe le tannin au moyen de la gélatine. Ce dernier corps trouve une application très-heureuse dans la teinture en noir, en produisant une combinaison avec le tannin et l'oxyde de fer. Le tannin seul intervient aussi avec une admirable énergie, pour fixer sur les étoffes l'acétate d'alumine qu'il décompose, ce qui permet d'obtenir les couleurs les plus nourries.

Comme résultat de toutes ces recherches sur la fixation des couleurs dans la teinture, je crois avoir mis hors de doute les propositions suivantes :

1.° Le coton et le lin transformés en pyroxyline ne sont plus susceptibles de recevoir la teinture.

2.° Lorsque la pyroxyline, par une décomposition spontanée, a perdu une partie de ses principes nitreux, non-seulement elle ne présente plus de résistance à la teinture, mais elle absorbe les couleurs avec beaucoup plus d'énergie que la matière textile ordinaire.

3.° Par l'action combinée des acides nitrique et sulfurique, on peut donner artificiellement au coton des dispositions à absorber les couleurs dans la teinture, aussi énergiques que celles que possède la pyroxyline décomposée spontanément.

4.° La potasse et la soude caustique, l'acide sulfurique et l'acide phosphorique, permettent aussi d'augmenter l'aptitude du coton à absorber les couleurs.

5.° D'autres altérations ou modifications du coton par l'ammoniaque, le chlore, l'acide chlorhydrique, l'acide fluorhydrique, avec ou sans le secours de la chaleur, ne lui communiquent pas de propriétés analogues.

6.° Les matières animales neutres peuvent servir utilement d'intermédiaires pour fixer les couleurs sur les fils ou tissus et pour varier la nature des mordants.

Cette propriété leur est particulière : la seule présence de l'azote au nombre de leurs principes constitutifs ne justifierait pas leur aptitude à se teindre, car il est des matières azotées, telles que l'acide urique et les urates, chez lesquelles la disposition d'absorber les couleurs dans la teinture n'existe pas.

7.° La teinture repose essentiellement sur une combinaison chimique entre la matière textile naturelle ou diversement combinée ou modifiée ; l'état physique de cette matière n'intervient dans le phénomène que d'une manière accessoire.

Il est d'ailleurs difficile de distinguer ce qui appartient à l'affinité chimique proprement dite de ce qui est le résultat de la cohésion ; ce qui, dans la teinture de charbon par exemple, procède des propriétés chimiques de ce corps, de ce qui est le résultat de sa porosité.

Dans la plupart des cas, les deux actions réunies concourent au même but et se confondent en quelque sorte.

4.me PARTIE.

Après avoir, dès 1841, indiqué l'utile intervention des silicates solubles pour durcir les pierres et assurer une plus grande durée à nos constructions, j'ai, en 1855, appelé l'attention de la Société sur l'application de ces mêmes agents à l'apprêtage et à la peinture.

Plus récemment, j'ai envisagé la question de la fixation des couleurs au point de vue exclusif de la teinture. Aujourd'hui je vais montrer, en suivant la direction imprimée à mes dernières recherches, qu'il n'est pas sans utilité d'établir quelques points de contact entre les opérations chimiques dont se compose la teinture proprement dite, et les opérations jusqu'ici presque exclusivement mécaniques et artistiques de la peinture et de l'apprêtage. La Société appréciera si j'ai trop présumé de l'utilité de l'intervention des réactions chimiques dans des procédés consacrés par un usage séculaire et auxquels cette longue pratique n'a apporté aucune modification sérieuse.

Après avoir constaté par des expériences nombreuses l'influence qu'exercent les matières animales et en particulier l'albumine et le caséum sur la fixation des couleurs en teinture, j'ai voulu, pour compléter mes démonstrations sur ce point, répéter mes essais en remplaçant ces derniers corps par la gélatine. Ne pouvant dans ce cas coaguler la matière animale sur les étoffes par la chaleur, avec ou sans le secours d'un peu d'acide, j'eus

recours à une réaction bien connue, celle du tannin, qui transforme la gélatine en une matière élastique, insoluble dans l'eau, en un véritable cuir artificiel.

Par ce stratagème chimique, j'obtins le double résultat de permettre, à la faveur de la matière animale, une absorption plus facile des matières colorantes, et de fixer simultanément sur les étoffes une grande quantité de tannin. L'action chimique de ce tannin sur certains sels métalliques, qu'ils entrent dans la composition des mordants ou qu'ils servent de bains de teinture, peut s'exercer d'une manière très-utile dans beaucoup de circonstances.

Ainsi les couleurs garancées peuvent être, par ce moyen, obtenues plus nourries et plus vives, et les sels de fer, formant bain de teinture, et agissant à l'état de dissolution plus ou moins concentrée sur le tannate de gélatine, permettent d'obtenir immédiatement toutes les nuances depuis le gris-clair jusqu'au noir le plus intense.

IMPRESSION ET APPRÊTS.

Impression au tannate de gélatine. — J'ai appliqué la combinaison de gélatine et de tannin, en remplacement de l'albumine, pour fixer par voie d'impression les couleurs minérales et les laques sur les tissus. J'imprime les couleurs broyées avec la dissolution gélatineuse, et, après dessiccation, je passe les étoffes imprimées dans un bain tiède de tannin. Si le prix du tannin pur n'était pas un obstacle à l'utilisation de cette matière, des impressions irréprochables seraient obtenues par mon procédé; les fonds ne prendraient pas une teinte légèrement rousse, que donne une décoction de noix de galle ou des autres matières tannantes habituelles, et aucune opération de blanchiment de fond ne serait nécessaire. En combinant les opérations d'impression d'après les indications qui précèdent avec les opérations

de la teinture en noir, on arrive à des impressions en couleurs variées sur fond gris.

Fixation des couleurs par l'amidon et la baryte ou la chaux. — Je ne me suis pas borné, pour la fixation des couleurs minérales et des laques, à l'intervention du tannate de gélatine, je me suis adressé aussi à d'autres réactions. La baryte et la chaux décomposent avec une netteté remarquable l'empois liquide de fécule ou d'amidon par la formation d'une combinaison insoluble; j'ai voulu mettre à profit cette réaction pour fixer les couleurs sur étoffes. A cet effet, j'ai imprimé les couleurs broyées avec de l'empois de fécule récemment préparé, puis, après dessiccation, je passe les étoffes imprimées dans un léger lait de chaux, ou mieux dans de l'eau de baryte.

Le résultat de la fixation des couleurs par ce procédé est atteint sans présenter l'inconvénient de la coloration des fonds, mais les couleurs sont moins solidement fixées que par le tannate de gélatine.

Impression au silicate de soude. — Au nombre de mes applications diverses des silicates solubles, j'ai déjà signalé l'emploi de ces sels dans l'impression sur étoffes. Après que l'impression des couleurs broyées avec une dissolution siliceuse concentrée à 35 ou 40 degrés a eu lieu, il convient de laisser les étoffes exposées pendant quelques jours à l'air, pour compléter ensuite la décomposition du silicate et la fixation de la couleur au moyen d'un bain faible de sel ammoniac.

Enfin j'ai expérimenté encore et avec succès une méthode mixte, qui consiste à imprimer les couleurs délayées dans le liquide siliceux, dans lequel on a fait dissoudre à chaud de la fécule et du savon, et à fixer les couleurs par la chaux ou la baryte.

J'ai cherché dans l'application des principes sur lesquels reposent mes procédés d'impression sur étoffes, à apporter quelques améliorations dans la fabrication des papiers peints soit au point de vue de l'économie, soit à celui de la solidité des couleurs.

Impression sur papier. — L'on sait que de temps immémorial l'impression sur papier a eu lieu au moyen de la gélatine ou colle forte, et que, lorsqu'il s'agit de rendre ces impressions susceptibles d'être lavées, on les recouvre d'un vernis.

On arrive au même résultat par l'application au pinceau d'une dissolution tannante qui, si elle est incolore, n'assombrit pas les couleurs comme le fait une dissolution de noix de galle.

Le procédé de fixation des couleurs sur étoffes avec la fécule rendue insoluble par sa combinaison avec la chaux ou la baryte trouve plus utilement encore son application dans la fabrication des papiers de tenture et peut apporter dans cette industrie une économie notable.

Les bases blanches et les couleurs sont délayées à la température de 30 à 40 degrés dans l'empois liquide de fécule et leur impression a lieu par les procédés ordinaires. Lorsque le travail est fini, et que les impressions sont séchées, leur fixation est complétée au moyen d'un léger lait de chaux ou d'une dissolution saturée à froid de baryte appliqués au pinceau ou de toute autre manière. La partie de ces bases non combinée avec l'amidon, peut être déplacée à la brosse ou par un lavage à l'éponge.

Apprêts siliceux. — L'industrie de l'apprêtage des étoffes a aussi déjà fixé mon attention ; j'ai mis en application les dissolutions siliceuses pour obtenir tant pour les fils que pour les tissus des apprêts plus ou moins consistants. Pour cela, il suffit d'imprégner d'abord les objets à apprêter d'une dissolution siliceuse plus ou moins concentrée, puis, comme cela se pratique généralement pour le calendrage à chaud, de faire passer les étoffes avant dessiccation complète, et sous une légère pression, sur des cylindres chauffés à la vapeur. En laissant les tissus imprégnés de silicates exposés au contact de l'air pendant quelques jours et en les passant ensuite à l'eau avec ou sans addition d'un peu de sel ammoniac, on obtient un ***apprêt chiffon***.

Cette méthode d'apprêtage, outre l'avantage de rendre les étoffes moins inflammables, présente celui plus important encore de laisser à la consommation une quantité considérable d'amidon ou de gélatine perdue par les procédés actuels. Pour les étoffes susceptibles de grands frottements, l'enduit siliceux n'ayant pas assez d'élasticité, il est utile d'ajouter un peu d'empois d'amidon à la dissolution de silicate de soude.

Apprêt au tannate de gélatine. — Mes efforts se sont appliqués à obtenir un apprêt permanent, susceptible de lavage et conservant aux étoffes la propriété de reprendre par le calandrage à chaud leur consistance première : là surtout se trouvait à réaliser une grande économie de matières susceptibles de servir à l'alimentation.

Je suis parvenu à résoudre ce problème au moyen de mon enduit de cuir artificiel. Les étoffes étant imprégnées à chaud d'une dissolution plus ou moins concentrée de gélatine, sont parfaitement séchées, puis trempées dans une décoction de noix de galle ou de toute autre matière tannante, pour ensuite, après ou même sans lavage, être calandrées à chaud et être livrées à la consommation.

Les tissus blancs prennent dans cette succession d'opérations une teinte chamois clair ; pour l'apprêtage aussi bien que pour l'impression, il serait donc utile de pouvoir obtenir économiquement une dissolution tannante incolore. Plusieurs applications de cuir artificiel peuvent avoir lieu successivement sur la même étoffe, qui acquiert ainsi beaucoup de consistance, mais, pour beaucoup d'usages, trop de rigidité.

Enduit de cuir artificiel, applications diverses.—On comprend que les applications du tannate de gélatine peuvent être nombreuses. Je l'applique en particulier comme enduit en place de vernis sur bois, sur papier, gravures, dessins à l'estompe, etc., j'en recouvre le plâtre moulé et les pierres poreuses.

Les toiles à voile, les cordages à usage de la marine seront

utilement imprégnées de cuir artificiel qui diminue un peu leur flexibilité, mais leur assurera des conditions d'incorruptibilité précieuses Lorsque l'enduit de cuir artificiel est appliqué à la conservation de certaines matières organiques, j'ajoute à la dissolution gélatineuse un peu d'acide arsénieux ou de l'arsénite de potasse, comme je le fais pour les dissolutions siliceuses, lorsque je les destine à assurer la conservation des traverses de chemins de fer.

PEINTURE.

§ I. — MATIÈRES AGGLUTINANTES.

En transportant dans la peinture en détrempe les procédés décrits précédemment pour la fixation des couleurs minérales sur étoffes et sur papier, j'ai transformé cette peinture en une véritable opération chimique.

Peinture au tannate de gélatine.—Mes couleurs sont appliquées par les procédés ordinaires, c'est-à-dire au moyen d'une dissolution gélatineuse; elles peuvent être poncées et, après que ces travaux sont achevés, les peintures sont fixées au moyen d'une décoction de noix de galle ou de toute autre dissolution tannante. La gélatine est ainsi rendue insoluble, et les couleurs appliquées ne sont plus enlevées par le lavage.

Une condition essentielle de la réussite de ce mode de fixation est de ne pas employer tout d'abord des dissolutions tannantes concentrées; il convient d'appliquer plusieurs couches de ces dissolutions de plus en plus denses. Si l'on fait usage de noix de galle, la décoction appliquée en premier lieu ne doit contenir les principes solubles que de 6 à 8 parties de noix de galle pour 100 parties d'eau; des dissolutions concentrées auraient une action trop énergique sur les peintures et donneraient des inégalités de nuances. (1)

---

(1) Ces précautions sont surtout essentielles pour les couleurs claires. Quoique les dissolutions de tannin soient bien graduées, des taches peuvent encore se produire par suite de l'application en couches inégales d'épaisseur de la gélatine elle-même, qui dès lors absorbe aussi inégalement le tannin plus ou moins coloré.

Après la fixation des peintures par des dissolutions faibles, on peut appliquer, sans inconvénient, des dissolutions plus concentrées, et en terminant le travail avec une décoction de noix de galle obtenue avec une partie en poids de cette matière tannante sur cinq parties d'eau, on donne aux peintures à la colle un vernis comparable aux vernis à l'essence, qui d'ailleurs peuvent s'appliquer sans inconvénient sur les couleurs ainsi fixées. (1)

Peinture à l'amidon. — La question de l'économie ayant été mon point de mire principal, j'ai voulu substituer, dans la peinture en détrempe à la gélatine dont l'usage est immémorial, la colle d'amidon ou de fécule (2); le prix de la fécule est de plus de moitié moins élevé que celui de la colle forte, et cette dernière absorbe, pour constituer un liquide convenable pour la peinture, à peine la moitié de la quantité d'eau qui entre dans un empois de fécule également consistant (3). Il s'agit donc, dans ce cas, d'une économie de 75 pour 100 à réaliser dans le prix de la matière agglutinante.

Fixation par la chaux ou la baryte. — En procédant d'après les bases posées pour la fixation des impressions, j'ai obtenu dans la peinture en détrempe à l'amidon les résultats les plus satisfaisants. La colle d'amidon ou de fécule employée tiède se lie admirablement bien avec les couleurs de toute nature, et leur appli-

---

(1) Cette application du vernis à l'essence, à moins d'être faite en couches très-minces, exclut l'emploi du sulfate artificiel de baryte, dont il sera question à la suite de ce travail. Ce sel, en présence de l'huile ou des essences, acquiert une certaine transparence, ce qui nécessite que l'application du vernis ne soit que superficielle.

(2) L'albumine, le caséum et toutes les autres matières organiques coagulables par la chaux ou la baryte peuvent également être substituées à la gélatine, mais il n'en est pas dont l'emploi présente plus d'économie que l'amidon. L'emploi du lait, déjà tenté, n'est pas entré dans la pratique habituelle de la peinture.

(3) Pour former des colles appropriées à la peinture, la gélatine n'admet guère qu'une addition de 10 fois son poids d'eau, tandis que la fécule admet facilement 20 parties de ce liquide.

cation se fait avec la plus grande facilité; seulement la dissolution amylacée se prête un peu moins bien que la dissolution gélatineuse aux peintures à traits très-fins, mais elle suffit aux exigences de la généralité des décors d'appartements. Après l'application de deux et au plus de trois couches de ces couleurs, leur fixation est assurée par un badigeonnage avec un lait de chaux très-clair ou avec de l'eau de baryte.

De même que pour l'impression sur papier, après dessiccation, l'excès de chaux ou de baryte non combinée se détache avec une brosse et la partie de ces bases fixée par l'amidon est si intimement combinée, qu'elle ne ternit pas les couleurs appliquées.

Peinture siliceuse. — En signalant dans mes précédentes publications la possibilité de remplacer l'huile, les essences et la colle par des dissolutions siliceuses, j'ai dû mentionner certains inconvénients que l'on rencontre dans ce nouveau genre de peinture. Au premier rang se trouve la nécessité de laisser les couleurs siliceuses se raffermir graduellement pour éviter l'écaillement, puis viennent les mouvements que subit le bois par une dessiccation plus complète, enfin l'existence dans certains bois de la résine qui repousse les couleurs.

Le premier de ces inconvénients, lorsque la peinture doit être appliquée sur pierre existe d'autant moins que la pierre est plus poreuse. D'ailleurs dans toutes les applications directes de couleurs siliceuses, sur pierre ou plâtrage, il ne faut pas trop prodiguer les silicates, pour éviter le déplacement ultérieur des couleurs sous forme d'écailles; il convient que toujours le fond reste absorbant et ne soit pas complètement saturé de la pâte siliceuse. Des dissolutions à 18 ou 20 degrés de l'arèomètre de Baumé appliquées à plusieurs couches donnent généralement de bons résultats. Ces degrés demandent à être plus élevés dans la peinture sur verre, la plus difficile de toutes et pour laquelle il est surtout important de ne laisser se raffermir les couleurs que très-lentement, en évitant l'action de l'air chaud et sec, afin que la

contraction des molécules siliceuses puisse s'effectuer graduellement sous l'influence de l'acide carbonique de l'air. En usant de cette précaution, ce genre de peinture réussit très-bien, et il est appelé à rendre de grands services à la décoration des vitraux d'église et de certaines parties de nos édifices en général.

Peinture en détrempe fixée par les silicates. — Conduit par les faits précédemment signalés dans ce travail à étudier les conditions de la fixation des couleurs en détrempe, j'ai dû *expérimenter* aussi l'action des silicates. Les premiers résultats de l'application des dissolutions siliceuses sur les couleurs à la colle ou à l'amidon ont été décourageants comme pour le tannin; chaque coup de pinceau formait une tache. En persévérant dans ces essais, je pus bientôt me convaincre qu'en appliquant ces dissolutions à un degré de concentration qui ne dépasse pas 5 à 6 degrés de l'aréomètre de Baumé, on conserve aux couleurs leur uniformité d'intensité, et que deux applications successives de ces dissolutions fixent ces couleurs d'une manière très-stable et permettent leur lavage à l'eau. (1)

Procédé mixte et vernissage. — J'ajouterai qu'un procédé de peinture où l'intervention des silicates solubles m'a paru très-efficace, consiste à ajouter à de l'empois d'amidon à peu près son volume de dissolution siliceuse à 35 ou 40 degrés, et à employer le mélange pour délayer les couleurs à appliquer. Le silicate de soude rend l'empois d'amidon ou de fécule plus liquide et permet ainsi une application plus uniforme des couleurs.

Le même mélange de liquide amylacé et siliceux peut être d'un grand secours pour recouvrir toutes les peintures en détrempe d'un vernis très-solide et très-éclatant, vernis qui peut être utilisé dans une infinité d'autres circonstances.

---

(1) Lorsqu'il s'agit de peinture de lambris, de bois de lits, etc., susceptibles de servir de refuge aux punaises, j'introduis dans la dissolution siliceuse un peu d'arsénite de potasse ou de soude.

La fixation et le vernissage siliceux des couleurs dans la peinture en détrempe ouvre un vaste champ à la décoration de nos monuments et de nos habitations. Des travaux importants exécutés à Lille sous mes yeux ont déjà fixé l'attention d'un grand nombre d'artistes de haute distinction.

§ II. — BASES BLANCHES ET COULEURS.

Pour mes peintures siliceuses, il est nécessaire d'exclure l'emploi de toutes les couleurs altérées par la réaction alcaline des silicates; il est nécessaire aussi d'exclure les couleurs minérales trop facilement décomposées par ces sels. Ainsi la céruse, le chromate de plomb, le vert de Scheele, le vert de Schweinfurt, le bleu de Prusse et une infinité d'autres couleurs, notamment les laques, ne peuvent faire partie de la palette siliceuse, palette qui d'ailleurs est encore assez complète pour permettre les peintures les plus variées. La base blanche qui couvre le mieux dans ce genre de peinture est le blanc de zinc.

Lorsqu'il s'agit des peintures en détrempe fixées au moyen d'une dissolution de silicate alcalin, ou de peintures mixtes au moyen d'un mélange d'empois de fécule et de dissolution siliceuse ou même lorsque la peinture est faite au moyen de l'amidon fixé par la chaux ou la baryte, il convient encore d'écarter les couleurs altérables par les alcalis; mais il n'en est plus de même dans l'application de ma méthode de fixation par le tannate de gélatine, qui admet l'emploi des couleurs de toute nature : il n'y a d'exception à faire que pour certains sels métalliques, solubles ou hydratés.

J'appelle toute l'attention des architectes et des peintres sur la remarquable réaction de la chaux et de la baryte sur l'empois d'amidon. Cette réaction permet de rendre susceptibles de lavage, même à chaud, des peintures extrêmement économiques, où la craie, le kaolin, l'albâtre gypseux, les ocres, etc., sont appliqués

après avoir été broyés avec un empois légèrement chauffé et contenant environ 1/20 de son poids de fécule. La fixité de ces couleurs est encore remarquable lorsqu'elles sont détrempées au moyen d'un mélange d'empois d'amidon et de dissolution de silicate de soude, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir la chaux ou la baryte.

Plâtre. — J'ai appliqué avec beaucoup de succès le plâtre cuit à la peinture; ce plâtre, surtout lorsqu'il provient de gypse cristallisé, donne des couleurs fort belles, soit que son application ait lieu au moyen d'une dissolution de gélatine, ce qui constitue un véritable stuc, soit qu'elle ait lieu au moyen de l'empois d'amidon fixé par la chaux ou la baryte; dans l'un comme dans l'autre cas, la peinture ou le vernissage siliceux peuvent avoir lieu par-dessus cette base blanche sans qu'il se produise de l'écaillement comme cela est à craindre lorsque l'on recouvre les ornements ordinaires de plâtre moulé d'un enduit siliceux.

Sulfate artificiel de baryte. — De toutes mes applications à la peinture en détrempe, celle qui me paraît la plus importante, c'est la substitution du sulfate artificiel de baryte à la céruse, au blanc de zinc et autres bases blanches. J'ai considéré l'application du blanc de baryte comme susceptible de se généraliser assez promptement pour organiser sa fabrication sur une vaste échelle dans mes usines, où elle se trouve installée à côté de la fabrication des silicates solubles, qui ont déjà pris une place importante dans les usages industriels. J'ai voulu hâter ainsi la vulgarisation des procédés nouveaux.

Le sulfate artificiel de baryte, résultat d'une précipitation chimique, est obtenu et livré au commerce à l'état sec et en pains, mais plus généralement à l'état d'une pâte consistante qui, pour les peintures, ne nécessite aucun travail de broyage (1). Son ap-

(1) Le prix de ce sulfate en pâte ferme est de 22 fr. les 100 kilogr.

plication dans la peinture a lieu, comme celle de toutes les autres bases blanches, en couches successives au moyen de la colle forte ou de l'amidon, ou enfin au moyen d'un mélange d'amidon ou de dissolution siliceuse. Presque transparent lorsqu'il est appliqué à l'huile, ce sulfate couvre parfaitement et tout aussi bien que la céruse et l'oxyde de zinc dans la peinture à la colle et à l'amidon, et présente sur le blanc de plomb et le blanc de zinc l'énorme avantage d'un prix réduit des deux tiers environ. Il n'est pas altérable par les émanations d'hydrogène sulfuré et donne des peintures d'une blancheur et d'une douceur au toucher que les plus fines céruses ne sauraient atteindre (1).

Déjà dans l'industrie ce produit a été l'objet de quelques applications sous le nom de *blanc fixe;* il sert à faire des fonds blancs et satinés dans la fabrication des papiers de tenture et à préparer des cartes glacées.

En ouvrant au sulfate artificiel de baryte une voie nouvelle de débouchés presque illimités par son application à la peinture en détrempe et à la peinture siliceuse, je crois avoir réalisé un véritable progrès dans la décoration et la conservation de nos monuments et de nos habitations.

Le blanc de baryte permettra de faire, avec une extrême économie et à volonté, des peintures blanches, mates ou lustrées, suivant la méthode adoptée pour l'application et la fixation :

---

(1) Il m'a réussi de faire des moulures très-dures en plâtre en gâchant ce corps avec une dissolution de gélatine et en imprégnant ensuite les objets moulés d'une décoction de noix de galle, ou en gâchant le plâtre avec de l'empois de fécule, et en immergeant ces mêmes objets dans du lait de chaux ou de l'eau de baryte.

Comme moyen de fixation, les dissolutions siliceuses peuvent être dans l'un comme dans l'autre cas employées avec succès.

J'ai aussi basé un procédé de durcissement du plâtre moulé sur son immersion dans de l'eau de baryte ou plusieurs imbibitions superficielles avec cette dissolution. Dans ces cas la baryte forme par la décomposition du sulfate de chaux une couche de sulfate artificiel, et la chaux devenue libre par ce déplacement de l'acide sulfurique attire ensuite peu à peu l'acide carbonique de l'air, ce qui donne au plâtre moulé, sans altération des formes, une enveloppe très-consistante et susceptible de lavage.

peintures qui rivaliseront avec les plus belles peintures au blanc d'argent et au vernis. Aucune peinture ancienne n'est comparable aux plafonds exécutés avec le blanc de baryte appliqué à la gélatine, ou mieux, appliqué avec la fécule ou un mélange d'empois de fécule et de dissolution siliceuse.

J'ajouterai une dernière considération qui n'est pas sans importance : c'est que, par la substitution du sulfate de baryte artificiel à la céruse et au blanc de zinc, comme aussi par la substitution, dans une infinité de circonstances, des peintures en détrempe aux peintures à l'huile et aux essences, indépendamment de l'économie considérable réalisée, j'ai placé l'art de la peinture et les industries manufacturières qui s'appliquent à la fabrication des bases blanches, dans des conditions hygiéniques des plus satisfaisantes. Non-seulement j'évite les dangers qui résultent de la fabrication et de l'emploi de la céruse et même du blanc de zinc, mais encore je supprime l'inconvénient non moins grave de l'odeur des essences.

J'ai voulu pouvoir me prononcer avec assurance sur l'innocuité de la manipulation du blanc de baryte, et à cet effet je me suis livré à une série d'expériences. Tandis que quelques centigrammes de céruse, de blanc de zinc et même de carbonate naturel de baryte, peuvent produire sur la santé des altérations plus ou moins profondes, selon la force des animaux, j'ai pu pendant dix jours consécutifs nourrir des poules avec de la pâte de farine de seigle à laquelle on ajoutait un quart de son poids de sulfate artificiel de baryte, sans que ces poules se soient trouvées incommodées par ce régime. Un petit chien du poids de $2\frac{1}{2}$ kilogrammes a reçu deux jours de suite dans ses aliments et en un seul repas 22 grammes de sulfate artificiel de baryte sec, sans qu'il ait manifesté le moindre malaise.

La plupart des applications dont j'ai successivement entretenu la Société ne sont plus à l'état de simple expérimentation, comme le témoignent les nombreux spécimens que j'ai l'honneur de placer sous ses yeux. M. Denuelle s'est assuré du succès des

peintures siliceuses dans la décoration de nos monuments religieux ; pour le décor des appartements, elles ont été appliquées sur divers points par MM. Wicar et Brébar, peintres à Lille ; pour la peinture des vitraux, une expérience déjà longue est acquise à M. Gaudelet. Il en sera de ces peintures et de celles qui font l'objet de ce travail comme du durcissement des pierres calcaires, aujourd'hui appliqué sur une grande échelle dans des travaux militaires par les ordres de l'illustre maréchal Vaillant, et dans les travaux de raccordement du Louvre aux Tuileries, par M. Lefuel, (1) architecte de l'Empereur ; l'usage s'en répandra lentement peut-être, mais sûrement et sans mécomptes, parce que toutes ces applications sont venues se placer au grand jour sous le patronage de la science qui applaudit au progrès partout où il s'accomplit, et lui vient en aide alors même qu'il ne revêt que la forme d'un simple perfectionnement industriel.

J'ajouterai en terminant que les encouragements les plus sympathiques m'ont été donnés pour la poursuite de ces recherches par les hommes les plus compétents, MM. le comte de Nieuwerkerke, Henri Lemaire, Violet-Le Duc, Flandrin, Mottez ; par un grand appréciateur dont les peintures à fresque font la principale richesse du nouveau musée de Berlin, le célèbre Guillaume de Kaulbach, qui veut bien m'honorer de son amitié ; enfin par un vénérable géologue dont la science déplore la perte récente, le professeur Fuchs, de Munich, qui, il y a bientôt un demi-siècle, avait déjà pressenti et même signalé sans être compris les services que les silicates solubles pouvaient rendre aux beaux-arts, et dont je me plais à proclamer ici la grande perspicacité (2).

---

(1) M. Lefuel, après avoir pris l'opinion de MM. Leclaire, Vaucher, Boquet, Grénier, Doisy, sur la mise en pratique des procédés nouveaux, dans une conférence à laquelle j'ai assisté, a chargé M. Leclaire d'en faire l'application dans une partie des nouveaux bâtiments du Louvre. Ces essais ne pouvaient être confiés à des mains plus habiles.

(2) En 1855 j'ai fait des essais en vue d'appliquer à la coloration artificielle des pierres poreuses les diverses réactions chimiques qui donnent naissance à des couleurs

stables, en imprégnant successivement les pierres de dissolutions de matières réagissantes, et en choisissant de préférence les réactions qui ne laissent dans les pierres aucune substance saline susceptible de les altérer à la longue. J'étais préoccupé des avantages que l'on pourrait tirer de ces opérations pour mettre en harmonie de couleur, sans application d'un badigeon formant épaisseur, les pierres diverses qui entrent dans une même construction ou des bâtiments anciens avec des constructions nouvelles.

Dans d'autres circonstances, j'ai procédé à la teinture des pierres calcaires en les soumettant à chaud à l'action de dissolutions de sulfates métalliques à oxydes colorés, et cela en vue de les faire servir d'ornements, de même que je les avais durcies par le contact à froid du phosphate acide de chaux et l'acide hydrofluosilicique.

Depuis, voulant utiliser des réactions analogues dans la peinture, j'ai dû avant tout me préoccuper de la résistance des couleurs au lavage sans l'intervention de l'huile, mes réactions ne pouvant être réalisées que dans la peinture à la détrempe ou dans l'impression. Ainsi se justifie l'application des silicates alcalins, de la gélatine fixée par le tannin, de l'amidon fixé par la chaux ou la baryte, enfin, dans quelques circonstances, l'intervention du savon décomposé par les mêmes bases ou par d'autres corps.

Tout en cherchant, au point de vue de l'économie, à remplacer l'huile et les corps gras ou résineux dans la peinture, je pense que des systèmes de peinture mixtes peuvent quelquefois être adoptés avec avantage. Tel est le système de la peinture au lait que proposait Cadet de Vaux au commencement de ce siècle. Des résultats plus économiques peuvent être obtenus par l'action seule de la chaux vive, servant à diviser de l'huile ou des résines dans des conditions où ces corps peuvent être délayés dans les couleurs à appliquer. Ces divers systèmes de travail peuvent acquérir de grandes chances de succès par la fixation des couleurs, après leur application, au moyen du silicate de potasse ou de soude ou du vernis silico-amylacé dont j'ai parlé.

La fixité et la résistance au lavage que peuvent acquérir les peintures à la détrempe seront peut être obtenues plus complètes par d'autres réactions que celles que je signale; aussi je suis bien loin de présenter mes résultats comme le dernier terme de l'utilité de l'application des réactions chimiques dans ces circonstances.

Quant au choix des bases blanches, j'ai particulièrement fait des essais comparatifs avec les sels de chaux, de baryte et de strontiane, carbonates et sulfates naturels et artificiels; j'ai pensé pouvoir dès aujourd'hui appeler plus particulièrement l'attention des peintres sur le plâtre fin et le sulfate artificiel de baryte. Je n'ai d'ailleurs en aucune manière entendu exclure de ces peintures à la détrempe les bases blanches usitées aujourd'hui; toute ma préoccupation s'est portée à en chercher de plus belles et de plus économiques.

Après l'étude des bases blanches mon appréciation portera, comme je l'ai fait pour la teinture des pierres, sur l'utilité qu'il peut y avoir de produire, lors de l'application même de la peinture ou de l'impression, certaines couleurs au moyen de réactions chimiques qui peuvent leur donner naissance. Mes expériences sont encore très-incomplètes sur ce point, de grandes dificultés d'exécution rendront toujours ces dernières applications d'une utilité problématique.

NOTICES NÉCROLOGIQUES.

Le 25 novembre 1855, la Société perdait le doyen de ses membres, M. Justin Macquart, le célèbre entomologiste, et à peine cette tombe était-elle fermée qu'elle faisait une nouvelle perte en la personne de Côme-Damien Degland, docteur en médecine, ornithologiste distingué, décédé le 1.er janvier 1856.

Voici les paroles prononcées sur chacune de ces deux tombes par le président M. Violette, au nom de la Société.

Discours sur la tombe de M. Macquart.

« Messieurs,

» Je vous ai réunis pour payer ensemble un tribut de douleur et de regret à la mémoire de notre très-respectable collègue M. Macquart, que la mort vient de nous enlever si cruellement. Soutenu par l'amour de la science, il assistait encore à notre dernière réunion, et nous étions loin de croire qu'il nous serait ravi si promptement. C'en est fait, il n'est plus, il a terminé sa laborieuse carrière; et nous laisse pour exemple une vie bien remplie. Favorisé par la fortune il eût pu jouir de ses bienfaits sans soins et sans labeurs; mais il a préféré le travail, et la science l'a récompensé en embellissant son existence tout entière.

» Il manifesta de bonne heure sa prédilection pour l'histoire naturelle. Jeune encore il suivait nos armées et mettait à profit ses voyages pour étudier la botanique et l'entomologie des pays qu'il parcourait. Plus tard, devenu plus libre et toujours conduit par son amour pour l'histoire naturelle, il explorait la France et la Suisse. Bientôt, des ouvrages importants, fruits de ses premières études, le firent connaître du monde savant et le mirent en relation avec les plus illustres notabilités scientifiques.

» Encouragé par de justes éloges, il continua sans interruption ses remarquables recherches qui vinrent successivement enrichir les nombreux volumes de nos mémoires. C'est là qu'il faut puiser pour connaître et apprécier l'étendue de ces travaux qui ont mérité à M. Macquart une réputation européenne.

» C'est à lui, vous le savez, messieurs, que s'adressaient souvent les professeurs du muséum d'histoire naturelle pour classer la riche collection d'insectes de cet établissement, et si la mort n'y eût mis obstacle, l'académie des sciences l'eût sans doute compté parmi ses membres correspondants.

» Rappellerai-je ici son dévoûment pour notre Société dont il fut l'un des fondateurs et qu'il a honorée de ses travaux pendant plus de cinquante-deux ans.

» Aidé par quelques zélés collègues il créa notre musée d'histoire naturelle qui fait honneur à notre cité. Enfin, comme dernier témoignage de son affection pour notre société, il lui a légué une riche bibliothèque, de précieuses collections, et ses dernières paroles exprimaient encore le désir de lui laisser l'herbier qu'il avait amassé pendant sa longue carrière.

» Que dirai-je des qualités aimables de notre regrettable collègue ! Qui ne se rappelle son urbanité, sa douceur, son exquise courtoisie, l'affabilité de ses manières qui faisaient naître la sympathie et le respect dont on se plaisait à l'entourer ?

» Adieu, cher et excellent collègue, puisses-tu jouir auprès de Dieu du repos éternel qu'ont mérité tes vertus et ta piété ; puissent nos regrets adoucir la douleur de ta famille désolée ; nous verrons toujours avec un sentiment de profonde tristesse ta place vide au milieu de nous, et ta mémoire vénérée vivra éternellement dans nos cœurs. »

Discours sur la tombe de M. Degland.

« La tombe vient à peine de se fermer sur notre vénérable doyen, qu'elle s'ouvre de nouveau pour recevoir notre regrettable confrère le docteur Degland. C'est une rude épreuve que nous impose la Providence, un nouvel enseignement pour nous de bien vivre pour bien mourir : acceptons l'un et l'autre avec résignation, et puisons notre consolation dans l'examen de la vie studieuse et bien remplie de notre bon et savant confrère. M. Degland avait acquis dans l'art de guérir une réputation légitime ; chargé d'un service public important, il remplissait ses devoirs avec une rigide exactitude ; les pauvres

regretteront longtemps ses secours, qui ne leur étaient jamais refusés. Aux devoirs du médecin, notre confrère savait allier les études du savant; l'un des fondateurs de notre musée d'histoire naturelle, il consacra des soins constants à cet établissement, et laisse des écrits qui attestènt ses connaissances étendues dans l'étude de la nature. Il mettait la dernière main à des travaux importants sur l'ornithologie, lorsque la mort est venue le frapper au milieu de nous, en nous laissant la profonde douleur d'une cruelle séparation. Que la volonté de Dieu soit faite !

» Adieu, cher collègue ! reçois les regrets de tes frères de la Société impériale des Sciences, et repose en paix dans le sein du Créateur, où tu contemples maintenant les vérités éternelles que ton esprit studieux à cherché à entrevoir. Adieu, Degland ! adieu pour toujours. »

JUBILÉ ACADÉMIQUE DE M. DELEZENNE.

La Société impériale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille, a été heureuse de voir se renouveler dans son sein un événement qu'elle avait fêté déjà il y a trois ans. M. Delezenne a atteint, le 12 septembre dernier, la cinquantième année révolue de son entrée à la Société. A cette occasion la Société s'est transportée en corps auprès de son doyen pour lui adresser ses félicitations. M. Chon, président, au nom de ses collègues a prononcé les paroles suivantes :

« Très-cher et vénéré confrère,

» La Société impériale des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille, qui depuis cinquante ans vous compte parmi ses membres résidants, vient aujourd'hui, pour célébrer ce jubilé demi-séculaire, vous offrir ses cordiales félicitations. C'est toujours un bonheur pour une société académique de conserver si longtemps les membres qui ont comme assisté à sa naissance, mais il s'y ajoute un sentiment de légitime fierté lorsque l'ancienneté de services est relevée par une illustration incontestable. En vain votre délicate modestie s'est constamment refusée aux hommages, aux compliments mêmes de vos confrères ; la Société saisit cette occasion de vous forcer à reconnaître que c'est à votre savoir, à vos travaux qu'elle doit une grande partie de la gloire qu'elle a acquise et de la renommée dont elle jouit dans le monde savant. Le nom si répandu de Delezenne se placera noblement à côté de celui des Malus et des Macquart ses contemporains : il brillera parmi les illustres et bons citoyens que la ville de Lille a produits ; car on peut dire de l'homme qui, par ses labeurs infatigables, a contribué au progrès de la science et à l'honneur de sa patrie, on peut dire de lui qu'il fut un bon citoyen.

» Dieu veuille, très-cher et vénéré confrère, vous accorder encore de longs jours, et pour la Science, cette compagne à laquelle vous restez fidèle avec l'énergie de vos jeunes années, et pour la Société, dont vous êtes l'ornement, le conseil et la tradition vivante.

» C'est le vœu que forme la Société impériale des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille tout entière, et je crois être son interprète véritable en vous priant d'agréer, en cette circonstance solennelle, l'expression d'un profond respect et d'une fraternelle affection. »

DISTRIBUTION SOLENNELLE DES PRIX.

PROCÈS-VERBAL.

Le* 3 *Août* 1856, la Société impériale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille, *tient sa séance publique sous la présidence de M.* Besson, *Préfet du Nord*, *membre honoraire.

A l'ouverture de la séance, les *Orphéonistes* exécutent un chœur, les *Buveurs*, par Soubre.

Discours de M. le Préfet.

M. Chon, président de la Société prononce le discours suivant :

« Messieurs,

» Permettez-moi d'abord quelques mots d'histoire. L'éclat que jettent sur notre ville les institutions scientifiques dont elle a été récemment dotée, rappellent nécessairement la pensée en arrière et l'on aime à suivre les progrès qui se sont réalisés sous l'impulsion d'une administration intelligente. Il me souvient encore du temps où, sortant d'une école célèbre, léger de science comme de tout le reste, celui qui vous parle venait prendre possession d'une chaire créée au collége communal; on lui avait vanté l'activité merveilleuse des habitants de Lille, leur aptitude commerciale et industrielle, leurs mœurs pleines de bonne franchise et d'aménité (tout cela devait se trouver parfaitement vrai); mais en même temps l'on disait que cette population, absorbée par les préoccupations mercantilles, par la filature et le sucre de betterave, était peu sensible aux nobles émotions des arts, aux attraits de la science et des lettres. — Heureusement et une fois de plus, la capitale, cette ville qui doit la plupart de ses illustrations aux autres villes, n'avait sur la province que d'injustes préjugés.

» Il y a vingt ans de cela, et déjà Lille marchait dans une voie de progrès ; outre ses *Ecoles primaires* et son *Collége communal* de plein exercice, elle avait des *cours publics de physique et de chimie* professés par des hommes dont les noms sont dans tous les souvenirs. (1) Des *Ecoles académiques* dont l'existence remonte au-delà de 1789, initiaient la jeunesse aux arts du dessin et de la peinture ; elles avaient formé les Ducornet, les Serrur, les Deschamps, elles allaient encore produire des artistes d'élite qu'il m'est interdit de désigner plus clairement parce qu'il en est qui m'écoutent. A côté de ces écoles était le *Conservatoire de musique*, d'où sont sortis tant d'éclatantes renommées, tant de chanteurs et de cantatrices habiles, tant d'instrumentistes excellents et de compositeurs distingués, presque tous élèves d'un maître qui ne peut réussir à cacher le plus rare mérite sous la plus rare modestie (2) Bientôt un citoyen à jamais regrettable, âme généreuse dans un corps brisé (3), inspirait la fondation de l'*Association lilloise*, utile institution qui a traversé victorieusement de difficiles épreuves et qui brille avant tout par l'illustre et vénérable président qui a soutenu ses destinées. (4) Le *chevalier Wicar* venait de léguer à sa ville natale le trésor inestimable que le monde artistique nous envie et qui nous permet de prendre sur le fait les premiers jets du génie.

» C'est ainsi que Lille répondait alors à ses détracteurs ; à mesure que grandissait sa richesse industrielle et commerciale, elle ajoutait à sa richesse intellectuelle ; l'or que versaient dans ses murs les mille canaux du travail était employé à la diffusion de l'instruction et des lumières ; l'on y voyait comme deux courants parallèles et rivaux vers le double progrès qui entraîne aujourd'hui les sociétés. Une fois lancée dans cette carrière, elle ne s'arrête plus ; d'année en année quelque nouvelle amélioration se réalise. Un professeur que la politique n'a pas pu ravir entièrement à la science continue le *cours de botanique*, son patrimoine, et ouvre un cours de *zoologie* (5) ; de splendides bâtiments s'élèvent pour le *Lycée ;* une *école secondaire de médecine*, depuis longtemps désirée, succède à l'*hôpital militaire d'instruction* qui lui lègue en partie ses plus habiles praticiens ; enfin et comme le couronnement de l'œuvre, une *Faculté des Sciences* inaugure sous les plus heureux auspices l'ère de l'enseignement supérieur. Je me

---

(1) MM. Delezenne et Kuhlmann.
(2) M. Baumann.
(3) M. Ed. Gachet.
(4) M. Le Glay.
(5) M. Th. Lestiboudois.

trompe, car cet enseignement existait déjà parmi nous . l'administration y avait pourvu largement par des chaires publiques ; mais il lui manquait une sanction plus haute , des ressources plus étendues, un personnel plus complet. Il appartenait au ministre qui lui-même s'était illustré dans le professorat des Facultés, et qui vient d'être enlevé si jeune au monde savant qui l'aimait , de créer une de ces institutions dont il connaissait toute l'importance. Un jour arrivera peut-être où les lettres ne seront plus seulement, par occasion, une annexe des sciences, mais en deviendront, par droit de conquête, le complément légal et définitif.

» N'est-ce pas, messieurs, une chose remarquable que cet élan studieux d'une grande cité ? Elle veut compter parmi celles qui honorent l'intelligence, aucun sacrifice ne lui coûtera ; avec une constance que rien ne décourage, elle marche , lentement parfois, mais imperturbalement à son but. Ni les révolutions, ni les bruits de la rue , ni la pénurie momentanée de ses finances , ne peuvent la faire dévier ; elle choisira même, comme par défi, les époques de malaise et d'agitation pour entreprendre une œuvre nouvelle. Ce sera l'éternelle honneur des magistrats municipaux qui ont présidé successivement aux destinées de Lille, d'avoir compris les besoins du temps et d'y avoir satisfait ; quelquefois excités, toujours secondés par l'autorité départementale, organe du pouvoir central et souverain, ils ont hardiment grevé le présent au profit de l'avenir.

» J'en appelle aux contemporains des premières années de ce siècle ; je leur demande si, sous le rapport de l'instruction publique, ils retrouvent la ville de Lille telle qu'elle était il y a moins de cinquante ans. Quelle transformation ! Qui reconnaîtrait dans notre immense lycée, l'humble *école centrale* qui fut son berceau ? Logées d'abord, par grâce , dans un grenier de l'hôtel de la mairie, la *physique* et la *chimie* habitent un palais ; *neuf salles d'asile* reçoivent les petits enfants de l'ouvrier ; les malheureux *sourds-muets* parlent et entendent ; une *école professionnelle* prépare les jeunes gens aux travaux de l'industrie ; une *école primaire supérieure* entièrement gratuite est destinée à compléter l'instruction des élèves des écoles communales (1) ; enfin, c'est par *cent mille francs* que se soldent les dépenses de l'enseignement qui autrefois ne tenaient que la plus pauvre place dans le budget municipal.

---

(1) Un crédit de 1,500 fr. est en outre inscrit chaque année au budget de la ville sous le titre d'indemnité aux parents de douze élèves des écoles primaires, appartenant à des familles nécessiteuses, et désignés parmi les quatre premiers de chaque école pour être admis à l'école supérieure.

» Il est impossible que le niveau intellectuel monte d'un côté, sans qu'il s'élève aussitôt de toutes parts ; à quelque foyer qu'il s'échauffe, l'esprit de l'homme y puise les nobles inspirations ; c'est pourquoi le progrès des études amène celui des arts d'imagination. Trouverait-on, en France, deux villes où la culture de certaines parties de l'art soit plus développée? Lille a su organiser trois fois en trois périodes décennales les merveilleuses solennités de l'harmonie, décorées du nom de ***Festivals***, vingt sociétés musicales rivalisent d'ardeur et de mérite ; si quelque tournoi artistique vient à s'ouvrir, on les voit ramasser le gant, et bientôt charger des palmes de l'art le front de la cité et de l'industrie. Certes, Lille n'est pas une Athènes : elle n'a même pas la prétention d'être l'Athènes du Nord ; jamais, l'innombrable colonnade de ses cheminées à vapeur ne rappellera le péristyle du Parthénon, ni les Propylées, mais du moins elle aura commencé la solution du problème de l'alliance d'éléments qu'on réputait inconciliables.

» Un fait curieux à constater ; c'est que la naissance et la durée de la ***Société Impériale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts***, coïncident avec cette période demi-séculaire de progrès ; est-ce une coïncidence fortuite? Non, messieurs. Quoiqu'il ne nous appartienne pas de faire ici l'éloge de nous-mêmes, il ne nous est pas défendu de revendiquer au moins une certaine part dans les œuvres utiles. Presque toujours, chaque institution scientifique ou même artistique a été précédée des vœux ou des conseils de la Société. Je ne veux pas répéter ce que vous disait, il y a deux ans, une voix plus accréditée, plus respectable, éteinte, hélas ! aujourd'hui ; je ne vous rappellerai pas ***les Cours publics, l'Ecole de Dessin linéaire et de Géométrie descriptive, le Conseil de salubrité, le Cercle médical, le Musée d'histoire naturelle*** et tant d'autres créations dont l'origine se retrouverait dans les délibérations de la Société Impériale. Ce sont là ses plus beaux titres de noblesse ; mais si elle n'avait rencontré dans l'administration du département et de la cité les plus libérales sympathies, le désir constant de faire le bien, l'amour éclairé des grandes choses, ses meilleures aspirations auraient été stériles. Grâce à ces excellentes dispositions de l'autorité, aux divers degrés de la hiérarchie, rien n'a été plus simple et plus facile que le rôle de la Société : ou les magistrats provoquaient ses avis, ou la Société n'avait qu'à deviner les intentions des magistrats et elle se bornait à leur prêter le tribut de ses connaissances spéciales. Heureux accord, qui, nous le croyons, ne sera pas moins fécond dans l'avenir que dans le passé. D'ailleurs, la Société Impériale a cette bonne fortune, que tous les progrès de l'organisation de l'enseignement concourent à la renforcer,

à accroître son influence ; recrutée tout à coup des habiles professeurs de la Faculté des Sciences, elle mettra plus que jamais son honneur à rester digne de la confiance et de l'estime qui l'entourent.

» Déjà elle a pu profiter d'une si précieuse adjonction ; ses travaux de l'année 1855 ont grandi encore en importance scientifique ; je ne vous ferai pas l'inutile énumération de tous les articles qui composent nos derniers volumes de Mémoires ; mais pour montrer comment la Société demeure fidèle aux engagements que ses antécédents lui imposent, je signalerai rapidement les plus considérables ; par exemple : de M. Mahistre, professeur à la Faculté, une ***Etude sur le travail de la vapeur dans les machines***, une ***Démonstration de l'équation du travail des forces*** ou des principes des ***vitesses virtuelles***, un Mémoire ***sur les éclipses de lune et de soleil***, et la ***Détermination de l'aplatissement des méridiens terrestres*** ; — de M. Delezenne, des ***Considérations sur l'acoustique musicale***, étude qui est la continuation de travaux précédents sur l'acoustique ; — de M. Corenwinder, des recherches très-opportunes ***sur la composition chimique du lait avant et après la parturition*** ; — de M. Lamy, une note ***sur les courants électriques engendrés par le magnétisme terrestre*** ; — de M. Kuhlmann, un deuxième mémoire ***sur les chaux hydrauliques, les pierres artificielles, et diverses applications nouvelles des silicates solubles***, mémoire qui fait suite à des observations et à des expériences antérieures. L'histoire et la littérature ont aussi fourni leur contingent ; l'infatigable M. Le Glay a donné la première partie d'un ***Spicilége d'histoire littéraire*** ou ***Documents pour servir à l'histoire des Sciences, des Lettres et des Arts dans le Nord de la France*** ; — M. de la Fons de Mélicocq, ***les Coutumes de la ville d'Estaires au XVe siècle*** ; — M. Victor Delerue, quelques ***fables*** dignes de leurs aînées.

» Mais l'œuvre principale de la Société, dans ces derniers temps, est la fondation d'un ***Musée technologique***, c'est-à-dire d'un ***Musée agricole et industriel***. — Des palais aux proportions colossales, des édifices de géants tels que l'imagination la plus orientale n'aurait pu jadis les concevoir, des merveilles éblouissantes de luxe, d'art, d'industrie, de mécanique, des amas effrayants des produits de la nature et du genre humain ; les cinq parties du monde se rencontrant, à un jour donné, au rendez-vous général, à la fête universelle du travail ; l'homme s'enivrant de sa puissance productive, se complaisant dans l'orgueil légitime de son génie, venant puiser dans la vue des prodiges qu'il a enfantés une fascination et presque une infatuation, dont il a peine à se défendre, au milieu de tant d'incroyables résultats de son intelligence et de son activité ; en un mot, le roi de la création

s'admirant dans sa gloire (un peu trop peut-être !) — Voilà les spectacles, les grandeurs, les extases, si vous voulez, des expositions universelles, mais tout cela est éphémère. Un décret est rendu ; les ouvriers qui avaient disposé ces trésors reviennent pour les enlever au plus vite ; ces brillants tapis, ces étoffes précieuses, ces tissus magnifiques, ces joyaux étincelants, ces machines étonnantes ou délicates, ces flots d'harmonie, cet or, cet argent, ces choses envoyées par les quatre vents du ciel ; tout disparaît, tout fait silence, tout est dit, et il n'en reste qu'un souvenir. Le peuple s'approche encore, par un instinct de curiosité, de cet édifice extraordinaire où s'étalaient tout à l'heure les mille fantaisies de l'esprit humain, il n'y a plus qu'une carcasse vide d'où l'âme est sortie.

» Frappé en même temps, et de l'utilité des expositions et de l'inconvénient qui naît de leur courte durée, un membre de la Société impériale, M. Gosselet, a eu l'idée de créer à Lille une exposition permanente. « Si, disait-il dans le texte de sa proposition, ces pompeux étalages représentent assez fidèlement, à un moment donné, le degré où a pu s'élever le génie de la fabrication, ils ne disent rien des efforts qui les ont précédés, ils ne montrent point tout ce qu'il faut de labeur pour atteindre le but ; ils ne préviennent point les tâtonnements nouveaux des hommes inexpérimentés. Comme des jalons posés à de grandes distances, et que le vent renverse à mesure, ils ne laissent pas même la trace de leur existence. » (1) Et la Société, mise en demeure, n'hésita pas à prendre sous sa direction la grande pensée qu'on lui apportait ; le rapport de sa commission fit comprendre : « Que les expositions périodiques des produits de l'industrie ne présentent, avec le nouveau projet, qu'une analogie trompeuse, car elles rassemblent les produits fabriqués seulement, et non point les matières premières ; elles ont pour but d'enregistrer, pour ainsi dire, la situation industrielle à chaque époque, sous le rapport de la qualité, du goût, du prix, et nullement d'enseigner les différentes phases que subit la matière première pour se transformer en produits manufacturés. C'est ce dernier enseignement que donnera le nouveau musée par une exposition méthodique ; il comprendra la série des transformations de la matière travaillée, entre ses deux termes extrêmes, la récolte et l'objet fabriqué, propre à l'usage immédiat du consommateur. » (Rapport de la commission par M. Violette.)

» Communiquée à Monsieur le Préfet du Nord, l'idée de la création d'un *Musée agricole et industriel* fut adoptée aussitôt par le pre-

(1) Proposition de M. Gosselet.

mier magistrat du département, avec cette chaleureuse sympathie qu'il accorde, vous le savez, à toute œuvre d'avenir ; les marques les plus généreuses de sa bienveillance prouvèrent qu'il appréciait hautement les motifs et aussi les résultats probables de l'entreprise ; la municipalité s'empressa d'ajouter son puissant patronage aux efforts de la Société ; elle l'aida, non-seulement de ses ressources financières, mais encore de démarches personnelles qui devaient nécessairement préparer et consolider le succès ; aujourd'hui enfin, grâce aux soins incessants, au dévouement infatigable de notre ancien président, M. Violette, et de ses confrères de la Commission, MM. Verly, Bachy, Gosselet, qui ont donné leur temps avec la plus louable prodigalité, la Société peut montrer à la cité les premières assises d'un monument qui sera plus tard une de ses gloires. Sans doute, ce n'est encore qu'un modeste commencement, c'est l'embryon à peine formé d'un être immense et complexe, mais n'est-ce pas là le sort des plus grandes choses, qui naissent ordinairement des plus humbles essais ? L'exemple a été bientôt contagieux ; à peine notre pensée était-elle connue, qu'elle provoquait des créations semblables en France et même à l'étranger ; le Conservatoire des Arts-et-Métiers de Paris s'en est emparé immédiatement, au grand avantage du progrès scientifique et industriel.

» Ainsi donc, près du musée Moillet, dans l'ancien local du musée d'histoire naturelle, à côté de la salle « où sont parqués les misères et les oripeaux des nations sauvages, seront établies les pompeuses conquêtes de la civilisation sur la matière. » (1) Le public, admis, dès à présent, à l'exposition agricole et industrielle, pourra juger par les débuts de l'œuvre, de ce qu'elle promet pour l'avenir

» Ces débuts ne sont pas d'ailleurs à dédaigner ; déjà des dons importants ont été faits au Musée ; les différents règnes s'y trouvent représentés d'une manière remarquable : *Le règne végétal*, par les produits des filatures de lin et de coton, depuis la matière première jusqu'aux tissus fabriqués ; par les riches échantillons d'agriculture qui ont mérité au Comice agricole la grande médaille d'or, par les dentelles de Cambrai et de Bailleul, par les tulles de Lille et de Caudry. — *Le règne minéral*, par la verrerie dans ses diverses phases, depuis les verres à vitres jusqu'aux phares et aux glaces de Saint-Gobain ; par les aciers, depuis le minerai jusqu'aux applications de l'aciérie aux outils et aux instruments ; les produits chimiques, un lingot d'aluminium, cette surprenante découverte destinée aux usages

(1) Proposition de M. Gosselet.

les plus variés ; l'argenterie et le procédé Ruolz, l'or battu, les fers donnés par le gouvernement suédois, les peignes circulaires de cuivre à dents d'acier, les cardes, les tamis de tôle et de zinc remplaçant les tamis de peau. — *Le règne animal*, par les produits des filatures de soie et de laine. Leurs Excellences Messieurs les Ministres de la marine et de la guerre, et notre compatriote, monsieur le commandant du génie Faidherbe, gouverneur du Sénégal, ont adressé des envois considérables, comprenant les produits des colonies transatlantiques, et ceux de l'Algérie et de la Sénégambie, etc., etc.

» Voilà, sans compter beaucoup d'autres œuvres de l'industrie que je ne puis énumérer dans ce rapide discours, assez d'éléments pour intéresser la curiosité publique et stimuler les efforts ; mais, encore une fois, le Musée n'est qu'à l'état d'ébauche, il attend tout de la générosité bien entendue de messieurs les industriels eux-mêmes ; il faut que bientôt nous soyons forcés d'augmenter nos cases et nos vitrines, d'élargir nos murailles, et que l'édifice actuel ne réponde plus aux exigences de la multitude des donateurs ; il faut, en un mot, que l'espace nous manque ; tant mieux, et ne craignons rien : la munificence de nos édiles y pourvoira ; elle ne marchandera ni l'air, ni les pierres à une œuvre dont la ville de Lille aura pris l'initiative et dont elle recueillera un jour les fruits.

» Malheureusement, le temps qui améliore les choses emporte les hommes ; ni le talent, ni la science, ni le génie ne charment la mort ; elle a fait encore des vides dans les rangs de la Société ; MM. Degland et Macquart assistaient à notre dernière solennité ; ils jouissaient du bien qu'ils avaient fait, des progrès auxquels ils avaient participé ; aujourd'hui nous les cherchons parmi nous, leur mémoire seule est restée. Tous deux naturalistes éminents, administrateurs zélés de notre musée d'histoire naturelle, ils ont longtemps marché côte à côte dans la carrière du travail, et ils nous ont été ravis presqu'à la même heure. Pourrions-nous les oublier en ce jour et ne pas leur rendre l'hommage du regret qui leur est dû ? L'un de ces hommes d'élite, celui que son âge autant que son savoir plaçait à notre tête, m'honorait d'une affection dont je serai fier à jamais ; vous me permettrez cet égoïsme du souvenir ; je sais d'ailleurs qu'en lui payant un tribut personnel d'admiration, j'acquitte la dette de la Société impériale tout entière. Homme de bien par-dessus tout, chrétien dans la science et par la science, elle n'était pour lui qu'un moyen de s'élever vers les hautes régions morales et religieuses ; le livre de la nature, ce livre qu'il avait si profondément étudié et qu'il déchiffrait si couramment, était vraiment pour lui la voix de Dieu. Travailler était le devoir et le besoin de sa vie, la mort l'a saisi travaillant encore ; elle a dû lui arracher la plume de la main.

» Comprenons cette leçon, Messieurs, nous dont la tête est moins chargée d'années; suivons cette vénérable tradition des laborieuses existences; mais surtout, en admirant dans nos confrères disparus l'harmonie de la conduite et du savoir, souvenons-nous (et c'est leur legs suprême) qu'il y a quelque chose qui vaut encore mieux que la science, mieux que le talent, mieux que le génie, j'entends la dignité des mœurs et la dignité du caractère. »

Les Enfants de Paris (chœur), musique d'Ad. Adam.

M. Delerue, membre résidant, lit la fable intitulée : *l'Industriel et le Joueur à la Bourse.* (Voir p. 431.)

M. Chasles, membre résidant, lit un morceau intitulée la *Jeunesse de Bossuet*. Ce fragment d'une étude plus étendue n'a pu trouver place ici.

La Paix, cantate, paroles de M. Delerue, musique de M. F. Lavainne, membre résidant.

La parole est donnée à M. Lamy, Secrétaire-Général, pour présenter le résumé du travail des commissions et proclamer les noms des personnes qui, à différents titres, ont mérité les distinctions et les récompenses de la Société. M. Lamy s'exprime ainsi :

« Dans sa dernière séance publique, la Société impériale des Sciences, de l'Agriculture et des Arts pouvait se féliciter du nombre, de la variété et de l'importance des travaux que son concours avait fait naître. Depuis longtemps, en effet, les sciences, la littérature, l'histoire, la poésie, les beaux-arts, l'agriculture n'avaient apporté à la fois un aussi large tribut. Cette année, nous ne pouvons le dissimuler, si les concurrents n'ont pas fait défaut, les pièces adressées au concours n'ont pas révélé ce mérite réel, ces qualités solides ou brillantes que la Société se plaît à récompenser.

» Dans les sciences, deux mémoires concernant la physique et la mécanique n'ont pas été jugés suffisamment élaborés et complets surtout au point de vue expérimental.

» En littérature, sur quatre pièces de poésie, aucune n'a paru assez irréprochable pour mériter une récompense.

» En agriculture, un projet de ferme, avec plan, devis et mémoire

explicatif a dû être mis hors de concours, parceque l'auteur s'est fait connaître, contrairement aux prescriptions du programme

» Les beaux-arts seuls ont fourni une œuvre digne de récompense : En conséquence, sur le rapport de la commission, composée de MM. Ferd. Lavainne, Chon, Cazeneuve, Danel, Delezenne et Heegmann, la Société décerne une Médaille d'argent., *grand module*, à M. Watier, de Lille, auteur de la grande symphonie ayant pour épigraphe : *Musica donum Dei*.

» Sous le titre d'*Encouragements divers*, la Société s'est réservé, dans son programme, de récompenser ou d'encourager par des Primes ou des Médailles les auteurs de productions scientifiques, littéraires, artistiques ou industrielles qui lui paraîtront dignes de ces distinctions.

» Elle décerne à M. Bernier, de Lille, une grande Médaille d'argent, pour les perfectionnements qu'il a apportés à la clef dite *anglaise* et à divers ouvrages de serrurerie.

Récompenses aux agents industriels.

» En 1854, la Société a décidé qu'elle récompenserait désormais les ouvriers de l'industrie qui, à de longs services, auront joint une conduite sans reproche. En conséquence elle accorde :

1.° *Une Médaille d'argent et une bourse contenant* 30 *fr.* à M. Albert Berthe, ouvrier depuis 51 ans chez MM. Wousson frères, filateurs de coton, à Houplines ;

2.° *Une Médaille d'argent et une bourse contenant* 25 *fr.* à M. Fleury Leclercq, ouvrier teinturier, depuis 40 ans chez M. Jaspar-Lejosne, à Lille ;

3.° *Une Médaille d'argent et une bourse contenant* 20 *fr.* à M. Charles Delespaul, ouvrier teinturier, depuis 36 ans chez M. Delespaul-Wauquier, à Lille ;

• *Une Médaille d'argent et une bourse contenant* 20 *fr.* à

M. Henri CARDON, ouvrier depuis 31 ans chez MM. Kuhlmann frères, fabricants de produits chimiques, à Loos. »

La séance se termine par un chœur intitulé : ***Combat naval***, musique de SAINT-JULIEN.

Immédiatement après ce chant a lieu l'INAUGURATION du MUSÉE INDUSTRIEL ET AGRICOLE, créé par la Société impériale des Sciences.

Le Secrétaire-Général, LAMY.

Le Président, CHON.

PROGRAMME DES PRIX

PROPOSÉS PAR LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE, POUR ÊTRE DÉCERNÉS DANS SA SÉANCE SOLENNELLE DE 1858.

SCIENCES, LITTÉRATURE, HISTOIRE, BEAUX-ARTS, ÉCONOMIE AGRICOLE ET INDUSTRIELLE.

I. — Sciences.

1.° PHYSIQUE.

On sait que la vapeur qui s'échappe d'un vase contenant de l'eau en ébullition, entraîne mécaniquement avec elle de l'eau à l'état liquide. — La Société récompensera les expériences les plus précises ayant pour but de faire connaître la quantité d'eau entraînée par la vapeur, en tenant compte de la tension de cette vapeur, de la forme du vase et de la grandeur de l'orifice.

II. — Sciences appliquées.

Il sera décerné des MÉDAILLES D'OR :

1.° Pour des expériences tendant à utiliser les vinasses des distilleries de jus de betteraves ;

2.° Pour un indicateur constant et sûr du niveau d'eau dans les chaudières à vapeur ;

3.° Pour des procédés pratiques propres à condenser les vapeurs nitreuses et le gaz chlorhydrique qui se dégagent dans la fabrication de l'acide sulfurique et du sulfate de soude ;

4.° Pour la meilleure utilisation des résidus de la fabrication du chlore et de la soude (chlorure de manganèse et oxysulfure de calcium) ;

5.° Pour une mécanique destinée à remplacer le battage à la main des fines qualités des cotons Géorgie longue soie, propres à la filature des N.os 130, 150 mille mètres et au-dessus;

6.° Pour l'application, dans l'arrondissement de Lille, de procédés propres à faire disparaître complètement la fumée des foyers;

7.° Pour le meilleur mémoire ou examen comparatif et expérimental relatif aux différents systèmes adoptés ou proposés, afin de brûler la fumée des foyers des usines;

8.° Pour l'étude des meilleures dispositions à adopter, dans les filatures de lin, afin de prévenir les accidents qu'engendrent les moteurs mécaniques et les divers organes de transmission.

III. — Littérature.

La Société décernera une Médaille à la meilleure biographie du diplomate Oger Ghislain, de Bousbecques.

IV. — Histoire.

1.° Une Médaille d'or à l'auteur du meilleur ouvrage inédit sur une ville ou une commune de l'arrondissement de Lille;

2.° Une Médaille d'or à l'auteur du meilleur mémoire sur la question suivante :

Exposer l'histoire de l'incorporation à la France des provinces qui ont formé le département du Nord, et les résultats de cette incorporation en ce qui concerne l'industrie, le commerce, les mœurs, l'agriculture et les arts.

V. — Poésie.

1.° Une Médaille à la meilleure cantate destinée à être mise en musique (le sujet laissé au choix des concurrents). La cantate comportera un solo, un trio et un chœur. — Les concurrents devront remettre leurs pièces au Secrétaire-Général avant le 31 mai 1857. (Le prix sera proclamé à la distribution de 1858.)

2.° Une Médaille d'or à la meilleure pièce de vers ayant pour titre : *Le Monastère de Just* (Charles-Quint) *et le Rocher de Sainte-Hélène* (Napoléon I.er).

VI. — Beaux-Arts.

Une MÉDAILLE D'OR à l'auteur de la meilleure composition musicale avec orchestre, adaptée à la cantate couronnée par la Société. — Cette médaille sera décernée en 1858. — Les compositions devront être remises avant le 31 mai de cette même année.

VII. — Agriculture.

La laine, les plumes, les poils, la corne sont des substances très-riches en azote, mais dont la décomposition est souvent trop lente dans leur emploi comme engrais.

La Société propose une MÉDAILLE D'OR pour un moyen de hâter cette décomposition de la manière la plus favorable à l'agriculture.

AGENTS INDUSTRIELS.

Depuis 1831, la Société récompense par des LIVRETS DE LA CAISSE D'ÉPARGNE, DES PRIMES ET DES MÉDAILLES la fidélité et l'attachement des serviteurs à leurs maîtres ; en l'année 1858 elle décernera de semblables distinctions aux vieux serviteurs de l'industrie.

Les certificats délivrés en faveur des Agents agricoles et industriels, devront être reconnus et certifiés sincères par les patrons.

Encouragements divers.

La Société se réserve aussi de récompenser ou d'encourager par des PRIMES ou MÉDAILLES les auteurs de productions scientifiques, littéraires, artistiques, agricoles et industrielles non mentionnées dans le présent programme.

LES MÉDAILLES SERONT EN OR, EN VERMEIL, EN ARGENT OU EN BRONZE, SELON L'IMPORTANCE RECONNUE DES OUVRAGES ENVOYÉS AU CONCOURS.

CONDITIONS GÉNÉRALES DU CONCOURS.

Les Mémoires et Notices présentés au Concours, les certificats des agents industriels seront adressés, *francs de port*, à M. le Secré-

taire-Général de la Société, rue des Jardins, 23 avant le 31 ma 1858. — Ne seront admis à concourir que les mémoires inédits et qui n'auront pas été présentés à d'autres Sociétés académiques. Chaque Mémoire portera une épigraphe, reproduite sur un billet cacheté, contenant le nom et l'adresse de l'auteur. Ce billet ne sera ouvert que dans le cas où le concurrent aura mérité une récompense.

Les cultivateurs et ouvriers qui prétendent aux Médailles et Primes offertes en faveur de l'économie agricole et industrielle devront, avant le 31 mai 1858, par une lettre d'avis, faire connaître leur intention à M. le Secrétaire-Général. Ils devront également lui adresser, pour la même époque, les certificats exigés.

Le Secrétaire-Général, CH. FROISSART.

Le Président, LAMY.

LISTE DES MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES

Du 1.er janvier au 31 décembre 1856.

COMPOSITION DU BUREAU POUR L'ANNÉE 1856.

Président,	MM. CHON.
Vice-président,	PASTEUR, ✻.
Secrétaire-général,	LAMY.
Secrétaire de correspondance,	DUPUIS.
Trésorier,	BACHY.
Bibliothécaire,	CHRESTIEN.

Membres honoraires.

MM. LE PRÉFET du département.
LE MAIRE de la ville de Lille.
DESMAZIÈRES, propriétaire, membre titulaire le 22 août 1817.

Membres titulaires.

Admis en	
1806, 12 septemb.	MM. DELEZENNE, ✻, correspondant de l'Institut.
1819, 3 décemb.	LOISET, médecin-vétérinaire.
1821, 7 septemb.	LESTIBOUDOIS, ✻, conseiller-d'État, correspondant de l'Institut.
1823, 18 avril.	VERLY, architecte.
1824, 19 mars.	KUHLMANN, ✻, fabricant de produits chimiques, correspondant de l'Institut.
1825, 21 octobre.	BAILLY, docteur en médecine.
Id. 2 décemb.	HEEGMANN, propriétaire.
1828, 21 novemb.	DE COURCELLES, propriétaire.
Id. 5 décemb.	DANEL, propriétaire.
1831, 18 avril.	MOULAS, homme de lettres.
1832, 3 février.	LEGRAND, ✻, avocat, député au Corps législ.

1835, 19 juin.	MM. Le Glay, ✻, conserv. des archiv. du Nord, correspondant de l'Institut.
1836, 1 juillet.	Benvignat, architecte.
1840, 3 janvier.	J. Lefebvre, ✻, propriétaire, agronome.
Id. 20 novemb.	Testelin, docteur en médecine.
1841, 5 mars.	Cazeneuve, ✻, direct. de l'école de médec.
1842, 21 janvier.	Chon, professeur au lycée.
1844, 19 avril.	Bachy, propriétaire.
Id. 21 juin.	Bollaert, ✻, ing. de ponts-et-chauss. (1)
Id. 21 juin.	Delerue, juge-de-paix.
1845, 10 nov.	Caloine, architecte.
1847, 9 avril.	Chrestien, prof. sup. à l'école de médec
Id. 23 avril.	Lamy, professeur à la faculté
1848, 7 janvier.	Lavainne, professeur de musique.
Id. 7 janvier.	Corenwinder, chimiste, agronome.
Id. 17 mars.	Dupuis, avocat.
Id. 20 octobre.	Parise, prof.r à l'école de médecine.
1849, 6 avril.	Deligne, homme de lettres.
1852, 30 janvier.	Blanquart-Evrard, ✻, propriétaire.
Id. 20 mai.	Colas, peintre d'histoire.
1852, 10 déc.	Violette, ✻, comm. des poudres et salpêt.
	Charié, ✻, ing. en chef des p.-et-chauss. (2)
	Garreau, prof. à l'école de médecine.
	Brunel, ✻, homme de lettres.
	Gosselet, docteur en médecine.
	Meurein, maître en pharmacie.
1854, 28 juillet.	Cox, ✻, filateur.
Id. 4 août.	Cannissié, homme de lettres.
Id. 4 août.	Fiévet, constructeur de machines.
Id. 4 août.	De Lafons baron de Mélicocq, homme de lettres. (3)

(1) Devenu correspondant le 15 avril, en quittant Lille.
(2) Id. le 25 janvier, id.
(3) Démissionnaire le 16 mai 1856.

1855,	2 mars.	MM. Lacaze-Duthiers, D.-M., prof.r à la faculté.
Id.	2 mars.	Pasteur, L., ✻, doyen et prof.r à la faculté.
Id.	2 mars.	Mahistre, professeur à la faculté.
Id.	2 novemb.	Frossard, Ch.-L., pasteur de l'église réformée.
1856,	7 mars.	Gisclard, L., ✻, inspect. de l'Acad. (1)
Id.	25 avril.	Chasles, E., professeur au Lycée. (2)
Id.	25 juillet.	Paelé, bibliothécaire de la ville.

Membres correspondants. (*)

Admis en		
1809,	28 février.	MM. Marcel de Serres, natural. à Montpellier.
1819,	8 janvier.	Charpentier, doct. méd. à Valenciennes.
1820,	16 juin.	Onésime Leroy, homme de lettres id.
1821,	5 octob.	Villermé, membre de l'Institut.
1822,	3 mai.	Desruelles, docteur-médecin à Paris.
1823,	21 février.	Poirier-St.-Brice, ing. des mines à Paris.
1824,	7 mai.	Duthillœul, bibliothécaire à Douai.
1825,	21 octob.	Desmyttère, docteur-médecin à Rouen.
1826,	3 février.	Bra, statuaire à Douai.
Id.	7 juillet.	Geoffroy-St.-Hilaire, memb. de l'Institut.
Id.	3 nov.	Dumeril, membre de l'Institut.
1826,	24 nov.	Derode, V., négociant à Dunkerque.
Id.	1 déc.	Dubrunfaut, chimiste à Paris.
1827,	2 juin.	Brebisson fils, doct. médecin à Bordeaux.
Id.	21 déc.	Begin, membre du conseil de santé.
1828,	18 janvier.	Lecocq, M. H., natural. à Clermont-Ferr.
Id.	1 février.	Duchastel (le comte), Belgique.
Id.	16 mai.	Timmermans, de l'Acad, royale de Belgique.
Id.	6 juin.	Guerin-Menneville, naturaliste à Paris.
Id.	3 juillet.	Dumast, homme de lettres à Nancy.

(1) Devenu correspondant le 6 novembre, en quittant Lille.
(2) Id. le 18 octobre, id.
(*) Ne sont repris ici que les correspondants ayant entretenu des relations avec la Société dans les trois dernières années.

1829, 17 octob.	MM.	BOUILLET, inspect. des monum. à Clermont-Ferrand.
Id. 5 déc.	M.lle	LIBERT, naturaliste à Malmedy. (1)
Id. 16 janvier.	MM.	LIEBIG, correspondant de l'Institut.
Id. 20 mars.		DERHEIMS, pharmacien à St.-Omer.
Id. 20 mars.		CORNE, ancien magistrat.
1829, 5 août.		VINCENT, membre de l'Institut
Id. 5 août.		GIRARDIN, corresp. de l'Institut, à Rouen.
1830, 20 février.		DEMEUNYNCK, doct. méd. à Bourbourg.
Id. 7 mai.		KUNZE, à Leipsick.
Id. 21 mai.		MARTIN-ST.-ANGE, doct.-médecin à Paris.
Id. 19 nov.		CONTENCIN (DE), direct. des cultes à Paris.
Id. 17 dec.		MOREAU DE JONNÈS, membre de l'Institut.
1831, 31 janvier.		Milne EDWARDS, membre de l'Institut.
Id. 31 janvier.		SCOUTTETTEN, docteur en médecine à Metz.
1832, 18 mai.		JOBARD, à Bruxelles.
Id. 8 juillet.		FEE, A. prof., fac de méd. de Strasbourg.
Id. 7 sept.		GRAR, avocat à Valenciennes.
Id. 28 sept.		GRAVIS, docteur-médecin à Calais.
1833, 1 février.		LAISNÉ.
Id. 5 juillet.		DESPRETZ, membre de l'Institut.
Id. 20 sept.		JUDAS, méd.-militaire en retraite à Passy.
Id. 8 nov.		MAIZIÈRES, à Rheims.
Id. 20 déc.		MALLET, anc. recteur d'académie à Paris.
1834, 4 juillet.		VANDERMAELEN, à Bruxelles.
Id. 19 sept.		MICHAUD, naturaliste.
Id. 8 nov.		BIDART, docteur-médecin à Arras.
Id. 21 nov.		BABINET, membre de l'Institut.
Id. 5 déc.		GUERARD, docteur-médecin à Paris.
1835, 6 nov.		Auguste DE LA RIVE, professeur de physiq. à Genève.
1837, 3 février.		WESTWOOD, naturaliste à Londres.
Id. 3 mars.		QUETELET, secrét. de l'Acad. de Bruxelles.
Id. 1 déc.		THIERS, membre de l'Institut.

(1) Décédé en 1856.

1837, 1 déc.	MM.	Berkeley, naturaliste (Angleterre).
1838, 16 mars.		Dufour, L. corresp. de l'Instit., à St.-Sever.
1839, 15 février.		Liouville, membre de l'Institut.
Id. 19 avril.		Legouarant, of. du génie en retr. à Lorient.
Id. 7 juin.		Le baron Larrey, docteur en médecine.
Id. 7 juin.		Wesmael, de l'Acad. royale de Belgique.
Id. 6 sept.		Lacordaire, entomologiste à Liége.
Id. 8 nov.		Bresson, Jacques.
Id. 8 nov.		Baudrimont, prof., faculté des sciences de Bordeaux.
1840, 7 août.		Garnier, bibliothécaire à Amiens.
Id. 4 sept.		Bravais, membre de l'Institut.
Id. 16 octob.		Ducornet, peintre. (1)
Id. 18 décemb.		Colin, professeur de chimie.
1841, 3 février.		Mathieu de Mouleon.
Id. 19 mars.		Vingtrinier, docteur en médecine à Rouen.
1842, 2 sept.		Davainne, ingénieur en chef à Arras.
1843, 3 mars.		Tordeux, médecin à Avesnes
Id. 21 avril.		Hilaire de Neville.
Id. 21 avril.		Castel, homme de lettres. (2)
1844, 2 mars.		Le Bidart de Thumaide, à Liége.
Id. 2 mars.		Guastalla, médecin à Trieste.
Id. 5 avril.		Comte, ingénieur des mines. (3)
Id. 17 mai.		Malherbe, vice-présid. du trib. de Metz.
Id. 2 nov.		Dinaux, Arthur, à Versailles.
1845, 20 juin.		Caumont (de).
1846, 6 mars.		Mulsant, entomologiste à Lyon.
Id. 17 juillet.		Wartmann, Elie, professeur.
Id. 27 juillet.		Dufay, officier d'administration.
Id. 4 sept.		Hubert-Valleroux, docteur-méd. à Paris.
Id. 6 nov.		Bouchard-Chantereau, nat. à Boulogne.
Id. 11 décemb.		Barré, L.

(1) Décédé en 1856.
(2) Id. id.
(3) Id. id.

1847,	5 février. MM.	Perron, prof. de philosophie à la faculté de Besançon.
Id.	5 mars.	De Busscher, homme de lettres à Gand.
1848,	5 mai.	Decoussemacker, juge à Dunkerque.
Id.	11 août.	David d'Angers, membre de l'Institut. (1)
1849,	6 avril.	Landouzy, direct. de l'école de médecine de Rheims.
Id.	20 avril.	Durand-Fardel, docteur-médecin à Paris.
Id.	1 juin.	Jeanron, peintre d'histoire à Paris.
1846,	20 juillet.	Jusserand.
Id.	5 octobre.	J. Guérin, rédact. de la *Gazette médicale* de Paris,
Id.	2 nov.	Meersseman, doct. en médecine à Bruges.
1850,	19 juillet.	Zandyck, doct. méd. à Dunkerque.
Id.	22 nov.	Reumes (de), à Bruxelles.
Id.	20 déc.	Millon, pharmacien en chef à Alger.
1851,	17 janvier.	Lambert, ingénieur des mines à Mons.
Id.	3 février.	Perris, Edm., entomolog. à Mont-Marsan.
Id.	2 mai.	Mauny de Mornay, chef de division au ministère.
Id.	6 juin.	De Linas, archéologue à Arras.
1852,	21 mai.	Gachet, paléographe à Bruxelles.
Id.	21 mai.	Amyot, avocat à Paris.
Id.	2 juillet.	Lamarle, ingénieur en chef à Douai.
Id.	3 sept.	Catalan, prof. de mathématiques à Paris.
Id,	10 déc.	Luynes, Albert (duc de).
Id.	17 déc.	Meugy, ingénieur des mines à Paris.
Id.	4 déc.	Ivon Villarceau, astronome à Paris.
1853,	7 janvier.	d'Héricourt Achmet, homme de lettres à Arras.
Id.	4 février.	Debaecker, homme de lettres à Bergues.
Id.	17 mars.	De Burgos, agronome à Madrid

(1) Décédé en janvier 1856

1853,	2 juin.	MM. Serret, répétiteur à l'école polytechnique.
Id.	2 juin.	Ponchard, h. de lettres à Boulogne-s-Mer.
Id.	2 sept.	Davaine C., docteur-médecin à Paris.
Id.	4 nov.	Dureau, à Montpellier.
Id.	4 nov.	Danvin B., docteur-médecin à St.-Pol.
1854.	13 janvier.	De Bertrand, h. de lettres à Dunkerque.
Id.	7 avril.	De la Frémoyre, ingénieur des ponts-et-chaussées à Cambrai.
Id	2 juin.	Bergmann, professeur à la faculté des lettres de Strasbourg.
Id.	2 juin.	Mignard, homme de lettres à Dijon.
1855,	19 janvier.	Liais, astronome à l'observatoire de Paris.
Id.	19 janvier.	Faidherbe, Léon, lieut.-colonel du génie, gouverneur du Sénégal.
Id.	16 février.	Deschamps de Pas, ing. des ponts-et-ch., à St.-Omer.
Id.	13 avril.	Vallez, docteur en médecine à Bruxelles.
Id	4 mai.	Comarmond, conservat. des musées arch. de Lyon.
Id.	18 mai.	Mille, Aug., ing. des ponts-et-ch. à Paris.
Id.	1 juin.	Lejolis, botaniste à Cherbourg.
Id.	15 juin.	Godefroy-Menilglaise, à Paris.
Id.	20 sept.	Haime, J., naturaliste à Paris. (1)
Id.	7 déc.	Bellardi, L., naturaliste à Turin.
Id.	7 déc.	Fretin, maire de Quesnoy.
Id.	21 déc.	Lecomte, anc. receveur des finances à Paris.
1856,	18 janvier.	Charié, insp. des ponts-et-ch. à Paris.
Id.	25 avril.	Bollaert, ing. des ponts-et-ch. à Lens.
Id.	11 juillet.	Franck, Adolphe, membre de l'Institut.
Id.	11 juillet	Nève, Félix, professeur de langues orientales à Louvain.

(1) Décédé en 1856.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.

La Société a reçu pendant l'année 1856,

1.° DES DIFFÉRENTS MINISTÈRES :

Note sur l'élevage du bétail des espèces bovine, ovine et porcine de l'empire d'Autriche, publiée par ordre du ministère autrichien de l'intérieur.

Rapport fait à l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, au nom de la commission des antiquités de la France, par M. Adrien de Longpérier, lu dans la séance publique annuelle du 8 août 1856.

Coup-d'œil géologique sur les mines de la monarchie autrichienne, rédigé par ordre de l'Institut impérial et royal de géologie, par le chevalier Fr. de Hauer et Fr. Fœtterlé, avec une introduction par Guillaume Haidinger, — Publié par le comité I. et R. central, pour l'exposition universelle d'agriculture et d'industrie, à Paris, — Traduit sur l'original allemand, par le comte Aug. Marschall.

Description des machines et procédés consignés dans les brevets d'invention, de perfectionnement et d'importation dont la durée est expirée et dans ceux dont la déchéance a été prononcée, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics. Tome LXXXIV.

Instructions à l'usage des voyageurs en Orient, publiées sous les auspices du comité de la Langue, de l'Histoire et des Arts de la France, par M. Albert Lenoir. Broch. in-8°, Paris, 1856.

Bulletin de la société de l'Histoire de France, N.os 11 à 19 (1856).

Bulletin du comité de la Langue, de l'Histoire et des Arts de France. Tome II, N.os 7, 8, 9; tome III, les N.os 1 à 9.

Revue coloniale, 2.me série, année 1856.

Instructions à l'usage des voyageurs en Orient, publiées sous les auspices du comité de la Langue, de l'Histoire et des Arts de la France, par M. le marquis de Pastoret. Paris, 1856, broch. in-8.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, pu-

bliée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des travaux publics. Tomes 17, 18, 19, 20, 21 et 22.

2.° DE SES MEMBRES RÉSIDANTS :

Catalogue de la bibliothèque de la ville de Lille. Histoire, tome deuxième; par M. Paèle, bibliothécaire.

Rapport fait au nom d'une commission chargée d'examiner le projet de loi portant modification du § 5 de l'article 781 du code de procédure civile, par M. Legrand (Nord), député au Corps législatif.

Conférences sur la loi du drainage, par M. Pierre Legrand, député au Corps législatif.

De l'assimilation des étrangers aux nationaux en matière de recrutement. (Pierre Legrand).

Dictionnaire du patois de Lille, par P. Legrand, deuxième édition, revue et augmentée.

Observations présentées dans la discussion de la loi sur le tarif des sucres des colonies françaises, par M. Legrand, député du Nord, à l'appui de son amendement sur l'article 2. Séance du 17 juin 1856.

Note sur le concours agricole universel de 1856, par M. Loiset.

Un mot sur Louis de Blois et ses œuvres, par le docteur Le Glay.

Voyage aux îles Baléares ou Recherches sur l'anatomie et la physiologie de quelques Mollusques de la Méditerranée, par le docteur F.-J.-H. Lacaze-Duthiers.

Mémoire sur le Bucéphale Haime (*Bucephales Hamilanus*), helminthe parasite des huitres et des busardes, par le docteur Lacaze-Duthiers.

Thèses de mécanique et d'astronomie présentées à la Faculté des Sciences de Montpellier, par L. Gisclard.

Lettre à M. le Président de l'Association lilloise, par P. Caloine, 1856.

Paul Chevalier, 1564. Par C.-L. Frossart, pasteur de l'Eglise réformée de Lille.

Les Mineurs, chœur pour voix d'hommes avec solo de baryton, paroles de M. A. Deplanck, musique de M. Ferdinand Lavainne.

Note sur quelques points de la structure du cristallin et de sa capsule à l'état normal et à l'état pathologique, par A. Testelin.

Hymne en l'honneur de Notre-Dame de la Treille, paroles de M. Victor Delerue, musique de M. Ferdinand Lavainne, exécuté par

MM. les Orphéonistes de Lille le 13 avril 1856, à l'occasion de la distribution des récompenses accordées aux artistes lauréats.

Les Saisons, fantaisie, par Victor Delerue.

Cantate à l'occasion de l'inauguration du monument érigé à Napoléon I.er, par Victor Delerue, 1855.

A l'armée d'Orient, Sébastopol, cantate par Victor Delerue. Lille, 1855.

Un faux axiôme, Victor Delerue, 1856.

Fable et cantate, par Victor Delerue

Etudes analytiques sur les propriétés nutritives des vinasses et des pulpes de betteraves provenant des différents systèmes employés pour l'extraction du sucre dans les distilleries, par M. Meurein.

Des moyens de reconnaître les empoisonnements par le phosphore, par Victor Meurein.

Observations météorologiques faites à Lille pendant l'année 1854-55, par Victor Meurein.

Notes statistiques sur la mortalité de la ville de Lille pendant l'année 1855, par le docteur J. Chrestien

3.° DE SES MEMBRES CORRESPONDANTS :

Supplément à une précédente note sur l'emploi des quarts de ton dans le chant liturgique, par A.-J.-H. Vincent.

Sur la théorie de la gamme et des accords, par M. A.-J.-H. Vincent.

Discours prononcé aux obsèques de M. Amussat, le 16 mai 1856, par M. H.-B. Larrey, au nom de l'Académie impériale de médecine.

Le Hamac, ou nouvel appareil à suspension pour les fractures et les blessures graves du membre inférieur ; par M. Scoutetten. (Mémoire lu à l'Académie impériale de médecine de Paris, séance du 19 août 1856.

Dévotions populaires chez les Flamands de France de l'arrondissement d'Hazebrouck, par M. Raymond de Bertrand.

Lettre à Monsieur Louis, sur le traitement de la dipthérite ou angine couenneuse, par le cautère-mayor, par le docteur Danvin, médecin de l'hôpital de Saint Pol.

De l'occlusion des paupières dans le traitement des ophthalmies et

des maladies des yeux. Discours de M. H. Larrey à l'Académie impériale de médecine, séance du 19 février 1856.

Sur le pain mixte de blé et de riz. Valeur du riz comme aliment, et réflexions générales sur l'alimentation générale, par J. Girardin.

Rapport sur les appareils inventés par M. le docteur Nicolle, d'Elbeuf, lu dans la séance publique du 6 juin 1855, par M. Vingtrinier.

Des enfants dans les prisons et devant la justice, ou des réformes à faire dans les lois pénales et disciplinaires qui leur sont appliquées, (statistique de 1837 à 1854), par Vingtrinier, médecin en chef des prisons de Rouen.

Du calendrier chez les Flamands et les peuples du Nord, par Louis de Baecker.

Rapport de M. de Busscher, sur deux mémoires envoyés au concours de 1854, en réponse à la question suivante : Faire connaître les modifications et changements que l'architecture a subis par l'introduction et l'emploi du verre à vitres dans les édifices publics et privés. Préciser l'époque de cette introduction et désigner les transformations et les améliorations successivement obtenues par ce nouvel élément.

Cour des cloîtres de l'abbaye de Saint-Pierre, à Gand, par Edmond de Busscher, membre de l'Académie de Belgique.

Notice sur Liévin Van den Clite, peintre gaulois au XVIe siècle, par M. Alexandre Puichart.

Rapport de M. de Busscher.

Chants liturgiques de Thomas Kempis, publiés par C. de Coussemaker, correspondant de l'Institut.

Des vers ascarides lombricoïdes, et des maladies que ces animaux causent, accompagnent ou compliquent, considérés sous le point de vue médico-pratique, par F.-J. Cazin.

De l'organisation d'un service de santé pour les indigents des campagnes, considéré au point de vue administratif, hygiénique et thérapeutique, par F.-J. Cazin.

Centuries of north American fungi by the. Rev. M. J. Berkeley, and the rev. M. A. Curtis.

Botanical notes on the mildewof the vine and hop. by the. Rev. M. J. Berkeley, M. A, F. L. S.

Observations on a form of white rust in pear trees. By the Rev. M. J. Berkeley, M. A. F. L. S.

Notices of British fungi. By the Rev. M. J. Berkeley, M. A. F. L. S. and. C. E. Broome. Esq.

Decades of fungi, by the. Rev. M. J. Berkeley. Decades XLI a L. Deux planches lith.

Some notes upon the Cryptogami portion of the plants collected in Portugal, 1842-1850, by Dr. fried. Welwitsch. — The fungi by rev. M. J. Berkeley.

Le blé dur, par E. Millon.

Note sur un manuscrit relatif à la hanse de Saint-Omer, par M. L. Deschamps de Pas.

Rapport sur les belles actions des enfants et des instituteurs, par M. Amyot, avocat, etc., à la séance générale de la société pour l'instruction élémentaire du 24 juin 1855.

Mémoire sur le terrain crétacé du nord de la France, et notamment sur le gisement, l'âge et le mode de formation des minerais de fer de l'arrondissement d'Avesnes et de la Belgique, et des minerais de fer en général, par M. A. Meugy, ingénieur des mines.

Rapport verbal fait à la Société française pour la conservation et la description des monuments historiques, dans sa séance du 21 novembre 1854, sur divers monuments et sur plusieurs excursions archéologiques, par M. de Caumont.

Renvoi de l'ordre de la France, de Monseigneur St-Michel, par sa majesté l'empereur Charles cinquième, relation, etc., par Ch. de Linas.

Résultat de l'analyse de quelques terres végétales, au point de vue des amendements dont elles sont susceptibles, par M. Meugy.

Translation des restes de Charles le Téméraire de Nancy à Luxembourg, etc., par Ch. de Linas.

Mémoire explicatif de l'invention de Scheibler pour introduire une exactitude inconnue avant lui dans l'accord des instruments de musique, par M. Lecomte.

De l'influence des chagrins sur l'homme, hygiène de l'affligé, par M. A. Bidart, docteur médecin.

Etudes sur la fièvre puerpérale épidémique, et en particulier sur l'épidémie qui a régné à Dunkerque, du mois de juin 1854 au mois de mars 1855, par le docteur Zandyck.

Monographie médico-pratique et bibliographique de la belladone, par F.-J. Cazin, docteur-médecin, etc.

Considérations destinées à servir de point de départ à ceux qui

veulent étudier l'histoire de l'Afrique septentrionale, et en particulier de la Sénégambie et du Soudan ; par Léon Faidherbe, commandant du génie, gouverneur du Sénégal.

L'Ozone, ou recherches chimiques, météorologiques, physiologiques et médicales sur l'oxygène électrisé, par H. Scoutetten.

Rapport sur les mémoires envoyés pour concourir au prix de morale à décerner en 1852, au nom de la Société de morale, par M. Franck.

Thomas Morus, parallèle entre sa vie et ses doctrines, par M. Franck, membre de l'Académie des sciences morales et politiques.

Rapport sur les mémoires envoyés pour concourir au prix de philosophie proposé en 1843, et à décerner en 1846, au nom de la section de philosophie, par M. Franck.

Note sur la théorie des roulettes, par E. Catalan. (Ext. des nouvelles annales mathématiques, tome XV).

Note sur la sommation de certaines séries, par E. Catalan. (Extrait des nouvelles annales mathématiques, tome XV).

Note sur quelques points de la théorie des séries, par M. E. Catalan.

Discours prononcé par M. Derode à la séance d'installation du bureau de la Société dunkerquoise pour l'année 1856.

Notice sur la topographie de Dunkerque depuis son origine jusqu'à nos jours, et plus particulièrement sous la domination espagnole au XVIe siècle et au XVIIe, par Victor Derode.

De la véritable orthographe du nom de Jeanne d'Arc, par P.-G. Dumast.

Sur les vraies armoiries de la ville de Nancy, par P.-G. Dumast.

Conchyliologie fossile des terrains tertiaires du bassin de l'Adour, environs de Dax ; par le docteur Grateloup, 1 vol. in-4.°.

Des ossements humains des cavernes et de l'époque de leurs dépôts ; par M. Morel de Serres, broch. in-4.°, 1855.

4.° DE DIVERSES PERSONNES ÉTRANGÈRES A LA SOCIÉTÉ :

La Cinéide, ou la vache reconquise, poème national héroï-comique, en vingt-quatre chants, par l'abbé Ch. du Vivier de Strell.

Observations sur le vinaigre et la détermination de sa richesse en acide acétique, par Emile Bigo.

Grande ouverture de concert composée en symphonie, présentée

le 15 mai 1856 à la Société impériale des Sciences de Lille, pour son concours. Epigraphe : *La musique adoucit les mœurs.*

Etudes historiques sur le coran, par M. Roussel-Defontaine.

Symphonie envoyée au concours de la Société impériale des Sciences de Lille, en 1856. Epigraphe : *Musica Domini Dei*. (Cette symphonie a reçu une médaille d'argent grand module ; son auteur est M. Watier, compositeur à Lille).

Des tumeurs du sein chez l'homme, par E.-L. Bertherand, docteur-médecin.

Expérimentations cliniques sur un nouveau traitement de la fièvre intermittente et de la dyssenterie, par E.-L. Bertherand.

La musique, poème lyrique, par J. Lesguillon.

Les quatre saisons, chœur pour quatre voix d'hommes avec solos, paroles de D.-V., musique de Watier.

Ricerche sulle leggi della capillarita memoria del prof. Ad. fr. Zantedeschi.

Procédés des coloristes anciens retrouvés, par Oscar de Haes, professeur de peinture.

Notice historique sur la foire de la St-Jean, à Amiens, par M. l'abbé Jules Corblet.

Discours sur la destruction de l'empire d'Orient, prononcé à la séance publique de la Société des Antiquaires de Picardie.

Suite du mémoire sur la maladie de la vigne, adressé à S. M. Napoléon III, signé Raphael Lambardi.

Système Cheval pour la conservation, l'amélioration, la conduite et le transport des boissons.

Recherches médico-légales sur une intoxication phosphorique, par M. Besnou.

Recherches sur les causes de la production de l'oïdium aurantiacum, ou moisissure rouge qui se développe sur le pain, par M. Besnou.

Observations sur les principales causes de l'élévation du prix du pain et de la viande.

De l'influence du transport par les chemins de fer, sur la santé des animaux destinés à la boucherie et à l'engraissement. Mémoire lu au Comice agricole de Lille, par le docteur E.-L. Bertherand.

Rouissage manufacturier par fermentation continue (avec emploi de la craie) du lin, du chanvre, du mélilot blanc de Sibérie, comme

chanvre ordinaire à bas prix, mode française, par M. Louis Terwangue.

On two new crystalline compounds of zinc and antimony, and on the cause of the variature of composition observed in their crystals. By Josueh P. Cooke Jr., erwing professor of chimistry in haward university.

Epreuves de M. Biot sur les observatoires météorologiques permanents que l'on se propose d'établir en divers points de l'Algérie.

Anzin, grande cantate pour quatre voix d'hommes, paroles d'Alex. Deplanck, musique de Watier

On the vinc Mildew. By hugo von Mohl. (Second mémoire).

Notice sur les fourneaux économiques, pour la vente de portions d'aliments à cinq centimes, par Pierre Klein, ancien juge, administrateur de la caisse d'épargne, et administrateur de l'un des bureaux de bienfaisance de Paris

Précis sur la franc-maçonnerie, son origine, son histoire, ses doctrines.

Traité théorique et pratique sur l'épuisement pur et simple de l'économie humaine et sur les maladies chroniques les plus répandues, qui ont cette origine, par le docteur Sallenave, avec formulaire.

Recherches géogéniques, par E.-L. Guiet, juge-de-paix à Montfort (Sarthe).

Rapport fait au congrès des délégués des Sociétés savantes, sur les travaux de la Société académique de l'Aube en 1855, par M. le baron Dayen.

5.° DES SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES.

AMIENS. — *Société des Antiquaires de Picardie.* — Bulletin de la société, année 1855, N.os 3 et 4, année 1856, N.os 1 et 2. — Mémoires, tome XIV, 1 vol. in-.8° 1856.

— *Académie des Sciences.* — Mémoires, années 1855 et 1856, 2.e livr.

AMSTERDAM. — *Académie royale des Sciences.* — Catalogue de la bibliothèque de l'Académie royale, 1.re liv., broch. in-8.° 1855.

Rapports et communications; 2.e volume, 3.e liv., et 3.e volume, 1.re et 2.e liv.

Mémoires; tome 2.e, un volume in-4.° avec planches, 1855.

ANGERS. — *Société industrielle du département de Maine-et-Loire.* — Bulletin de la société, 26.e année, 6.e de la 2.e série, 1 vol. in-8.° 1855.

— *Société d'agriculture.* — Travaux du comice horticole, 5.e volume, N.os 11, 12.

ANGOULÊME. — *Société d'agriculture, sciences et arts du département de la Charente.* — Annales, tome XXXVII, N.os 2, 3 et 4 ; XXXVIII, N.os 1, 2, 3.

ANVERS. — *Académie d'archéologie de Belgique.* — Annales de l'académie, tome XII, 3.e et 4.e liv. tome XIII, 1.re et 2.e liv.

AUCH. — *Société d'agriculture du Gers* — Revue agricole et horticole, 3.e année, N.os 8, 9, 10, 11 et 12, 4.e année, N.os 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12.

BERLIN. — *Académie royale.* — Mémoires de 1841 à 1854 inclusivement, 15 vol. in-4.°

BLOIS. — *Société des sciences et des lettres.* — Mémoires, tome V, 1856.

BORDEAUX. — *Académie impériale.* — Actes, XVII.e année, 1, 2, 3 et 4 trimestres.

BOULOGNE-SUR-MER. — *Société d'agriculture, des sciences et des arts.* — Séance trimestrielle du 10 novembre 1855. — Idem du 29 mars 1856.

BOURGES. — *Société d'agriculture du département du Cher.* — Bulletin de la société, tome XX, N.os 61 et 62.

BRUXELLES. — *Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique.* — Annuaire de l'académie, 1856, XXII.e année. — Mémoires des savants étrangers, tomes XXVII et XXVIII, 2 vol in-4.°, 1856.

— *Société royale de Flore* — Soixante-huitième et soixante-neuvième expositions publiques, mars et juillet 1856, 2 broch. in-8.°

CAEN. — *Académie impériale des sciences, arts et belles-lettres.* Mémoires, 1 vol. in-8.° 1856.

CHALONS-SUR-MARNE. — *Société d'agriculture, sciences et arts du département de la Marne.* — Travaux divers de 1855, 1 volume.

CHERBOURG. — *Société impériale des sciences naturelles.* — Mémoires, tome III, 1 vol. in-8.° Paris, 1855

Clermont-en-Auvergne. — *Académie impériale des sciences, belles-lettres et arts.* — Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne, tome XXVIII, année 1855, 1 vol. in-8.°

Clermont-sur-Oise.— *Société d'Agriculture.*— Bulletins N.os 37 à 40, et 1856, de 1 à 11.

Dijon. — *Académie des sciences.* — Mémoires de l'académie, 2.e série, tome IV.

Douai. — *Société impériale d'agriculture, sciences et arts.* — Mémoires, 2.e série, tome III, 1854-1855, 1 vol. gr. in-8.° 1856.

Dunkerque. — *Société pour l'encouragement des sciences, des lettres et des arts.* — Mémoires de la société, année 1855, 1 vol. in-8.° 1856.

Gand. — *Société royale des beaux-arts et de littérature.* — Annales, 1855-56, 2.e, 3.e et 4.e liv.

Genève. — *Société de physique et d'histoire naturelle.* — Mémoires, tome XIV, 1.re partie.

Laon. — *Société académique.* — Bulletin de la société, tome V, 1 vol. in-8.° 1856.

Lausanne. — *Société vaudoise des sciences naturelles.* — Tome IV, bulletins N.os 36, 37.

Le Mans. — *Société d'agriculture, sciences et arts de la Sarthe.* — Bulletin, 2.e série, tome IV. 1.re et 2.e liv. 1856.

Lille. — *Comice agricole* — Archives de l'Agriculture du Nord, tome III, N.os 8 à 12; tome IV, N.os 1 à 8.

— *Conseil central de salubrité du département.* — Rapport sur les travaux pendant l'année 1855, tome XIV.

Limoges. — *Société archéologique et historique du Limousin.* — Bulletin, tome VI.

Londres. — *Société royale d'agriculture.* — Journal, N.os 37 et 38. 2 vol. in-8.°

Manchester. — *Société littéraire et philosophique.* — Mémoires de 1805 à 1855, 12 vol. in-8.° (Manquent les tomes 6 et 7).

Mende. — *Société d'agriculture, sciences et arts du département de la Lozère.* — Bulletin, tome 7.e

Metz. — *Académie impériale.* — Mémoires, 2.e série, 3.e année, 1 vol. in-8.°

Mons. — *Société des sciences, arts et des lettres du Hainaut.* — Mémoires, 2.e série, tome III, 1 vol. in-8.o 1856.

Mulhouse. — *Société industrielle.* — Bulletins de la société, N.os 132, 133, 135.

Munich. — *Académie royale des sciences de Munich.* — Transactions de la classe de mathématiques, 3.e partie du VII.e vol.

Nancy. — *Académie de Stanislas.* — Mémoires de 1855, 1 vol. in-8.o 1856.

Nantes. — *Société académique.* — Journal de la section de médecine, 20.e année, N.os 161, 162, 163.

Nîmes. — *Académie du Gard.* — Mémoires, 1854-55, 1 vol. in-8.o 1856.

Orléans. — *Société archéologique de l'Orléanais.* — Mémoires, tomes II et III, 2 vol. gr. in-8.o

Paris. — *Société impériale d'agriculture.* — Bulletin des séances, tome XI, 1856.

— *Société impériale d'horticulture.* — Journal de la société, tome II.

— *Société libre des beaux-arts.* — Annales de la Société, tome XIX. — Jonrnal des beaux-arts, 26.e année.

Perpignan. — *Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénees-Orientales.* — IX.e volume.

Rouen. — *Société libre d'émulation.* — Bulletin, année 1854-55. Séance publique du 6 juin 1856.

Saint-Omer. — *Société des antiquaires de la Morinie.* — Bulletin historique, 4.e année, N.os 2, 3 et 4, 5.e année, 17.e et 18.e liv.

Toulouse. — *Académie des jeux floraux.* — Recueil de l'académie, année 1856.

— *Société d'agriculture.* — Journal de la société, tome VII, année 1856.

— *Académie impériale des sciences.* — Mémoire, 4.e série, tome VI.

Tournai. — *Société historiqne et littéraire.* — Mémoires, tome III, avril 1856.

Tours. — *Société d'agriculture du département d'Indre-et-Loire.* Mémoires de la société, 2.e partie, du tome XXXIV et tome XXXVI.

TROYES. — *Société d'agriculture, des sciences du département de l'Aube.* — Mémoires, tome VIII, N.os 35 et 36.

VALENCIENNES. — *Société impériale d'agriculture, sciences et arts.* — Revue agricole, industrielle et littéraire, 7.e année du N.o 6 au N.o 12, et 8.e année du N.o 1 à 5.

6.° PAR ABONNEMENT.

Plantes Cryptogames de France, fascicules 7 et 8, par M. Desmazières, M. R.

Revue des Sociétés savantes, missions scientifiques et littéraires. Tome I.

Compte-rendu des séances de l'Académie des Sciences. Année 1856.

L'Institut, 1.re et 2.e section. Année 1856.

Journal d'agriculture pratique. Année 1856.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME.

ERRATA.

Page 50, *note*, *dernière ligne*, *après le dernier mot*, *ajoutez*. (Voir § III).

Page 62, § II, *douzième ligne*, *après le mot :* vibration, *ajoutez :* double.

Page 63, *huitième ligne*, *après le mot :* vibrations, *ajoutez :* doubles.

Page 65, *note*, *dernière ligne*, *après :* 853,334, *ajoutez :* sauf le tempérament.

Page 68, § 32, *dernière ligne*, *après le mot :* ci-dessus, *ajoutez :* (§ 31).

Page 70, *note*, *première ligne*, *au lieu de :* Ab-del-Kader, *lisez :* Abd-el-Kader.

Page 76, *note*, *première ligne*, *au lieu de :* le nombre absolu, *lisez :* l'octave.

Page 103, § 114, *dernière ligne*, *ajoutez :* Ces expressions, empruntées au langage des accordeurs, signifient que les quintes tempérées, toujours égales entre elles, s'obtiennent en abaissant ou en élevant le son demandé, selon qu'il est le terme aigu ou grave de la quinte cherchée.

Page 104, *note*, *deuxième ligne*, *au lieu de :* Monothésie, *lisez :* Nomothésie.

Page 106, § 120, *huitième ligne*, *après :* (§ 14), *ajoutez :* sauf le tempérament.

Page 106, *note* 2.ᵉ, *quatrième ligne*, *au lieu de :* six siècles, *lisez :* 2600 ans.

Page 110, *après la note*, *ajoutez :* Le chiffre 5584 supposé baissé de deux octaves, à 1396.

Tableau N.° III, *colonne* J, *au-dessus des chiffres*, *au lieu de* b, *lisez :* d.

Tableau N.° IV, *au nota sous le tableau*, *parenthèse*, *après les mots :* sauf la, *lisez :* lettre H et la.

Lille-Imp. L. Danel

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ IMPÉRIALE

DES SCIENCES,

DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS

DE LILLE.

MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ IMPÉRIALE

DES SCIENCES,

DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS

DE LILLE.

ANNÉE 1857.

II.

LILLE,
CHEZ TOUS LES LIBRAIRES;
PARIS
CHEZ DERACHE, RUE DU BOULOY, N.° 7, AU PREMIER.
1858.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

TABLE

DE

LOGARITHMES ACOUSTIQUES,

DEPUIS 1 JUSQU'A 1200,

PRÉCÉDÉE D'UNE

INSTRUCTION ÉLÉMENTAIRE,

Par M. DELEZENNE, Membre résidant.

Séance du 17 avril 1857.

L'acoustique musicale est en possession de divers instruments délicats propres à déterminer avec exactitude le nombre d'oscillations exécutées, en un temps donné, par un corps sonore produisant un son appréciable. Qu'on fasse sonner le diapason d'acier dont tous les musiciens font usage, les deux branches s'écarteront et se rapprocheront alternativement l'une de l'autre. Chaque mouvement d'écart ou de rapprochement sera une *oscillation;* les deux mouvements successifs constitueront ensemble une *vibration*. Le nombre des oscillations est double du nombre des vibrations. Dans les instruments à vent, comme l'orgue, le cor, la flûte.... c'est l'air contenu dans le tuyau qui est le corps sonore mis directement en vibration par le soufle. Dans les autres instruments comme le violon, la harpe, le piano.... c'est la corde qui est le corps sonore mis en vibration par

le frottement de l'archet, le pincement des doigts, le choc du marteau... Il faut au moins une vibration, ou deux oscillations pour qu'un son se produise. Dans tous les cas, les vibrations du corps élastique se communiquent à l'air extérieur, elles y engendrent des ondes sonores qui se propagent au loin avec la vitesse de 340 mètres par seconde; elles arrivent ainsi à l'organe de l'ouïe qu'elles ébranlent et font naître la sensation du son.

Avec la *sirène* de M. Cagniard de La Tour, décrite dans tous les traités de physique, on trouve que le diapason usité en Allemagne fait 880 oscillations, ou 440 vibrations, par seconde (*a*). L'erreur possible sur la moyenne d'un grand nombre d'observations n'atteint pas une oscillation. On arrive au même résultat avec la roue dentée de Savart, décrite aussi dans les traités de physique. Quand on fait usage des *fourchettes* de Scheibler, l'erreur est au-dessous d'un dixième d'oscillation sur plus de neuf cents, c'est-à-dire d'une oscillation entière sur plus de 9000 (*b*).

Quand on a un diapason dont le nombre des oscillations par seconde est exactement déterminé, on peut s'en servir pour trouver le nombre d'oscillations par seconde, correspondant à un son quelconque. A cet effet, on employe un sonomètre soigneusement divisé et organisé comme celui que j'ai décrit (*c*). Le procédé à suivre repose sur un principe que je vais développer avec les détails que réclame son importance.

Les géomètres ont démontré que les nombres d'oscillations *synchroniques* (qui s'exécutent dans le même intervalle de temps) de deux parties inégales d'une même corde tendue, sont inversement propor-

---

(*a*) Note *sur le ton des orchestres*, dans les Mémoires de la Société des Sciences de Lille, pour 1854.

(*b*) Voyez : *Mémoire sur la théorie des battements*, par M. Vincent, membre de l'Institut. Annales de chimie et de physique, 3.e série, T. XXVI.

Voyez aussi : *Mémoire explicatif de l'invention de Scheibler*, par M. Lecomte, dans les Mémoires de la Société de Lille, pour 1855.

(*c*) *Sur la formule de la corde vibrante*. Mémoires de la Société de Lille, pour 1850.

tionnels aux longueurs; mais pour que cela soit réalisé, il faut, comme je l'ai prouvé (*a*) que la corde de cuivre pur soit extrêmement mince, qu'elle ait tout au plus 12 à 18 centièmes de millimètre d'épaisseur. On doit refuser toute confiance aux expériences faites, comme ordinairement, avec des cordes beaucoup plus grosses et souvent aussi avec des instruments et accessoires grossiers et mal divisés. Sous la corde suffisamment tendue on introduit un chevalet mobile qu'on déplace peu à peu jusqu'à ce que la corde en vibrant fasse entendre un son identique avec celui du diapason faisant, par exemple, 880 oscillations par seconde; et puisque la portion de la corde comprise entre le sillet et le chevalet vibre à l'unisson du diapason, elle exécute comme lui 880 oscillations par seconde. Soit 332 millimètres la distance trouvée depuis le sillet de droite jusqu'à l'arête du chevalet. A une distance convenable du sillet de gauche on cherche la place d'un second chevalet pour que la corde, comprise entre lui et le sillet, vibre à l'unisson parfait du son dont on cherche le nombre synchronique d'oscillations. Soit 415 millimètres la longueur de cette portion de la corde. On fait alors la proportion inverse :

$$\frac{1}{332} : \frac{1}{415} :: 880 \quad : \quad x = 704.$$

Ainsi, le deuxième son est rigoureusement caractérisé et défini, par les 704 oscillations qu'il exécute dans chaque seconde de temps.

On opère de la même manière pour caractériser tout autre son.

Si l'on chante ***ut*** à l'unisson de la corde de 415 millimètres, on remarque, pour l'exemple ci-dessus choisi à dessein, que la corde de 332 millimètres fait entendre, ***en toute rigueur,*** la médiante au-dessus de cet ***ut,*** c'est-à-dire la tierce majeure, le ***mi*** de la gamme majeure ayant cet ***ut*** pour tonique.

(*a*) *Sur la formule de la corde vibrante.* Mémoires de la Société de Lille, pour 1859.

Puisque l'*ut* fait 704 oscillations pendant que le *mi* en fait 880, il est clair que l'*ut* fera la moitié, le tiers, le quart.... de 704 oscillations pendant que le *mi* fera la moitié, le tiers, le quart.... de 880 oscillations ; c'est-à-dire que le *rapport* synchronique entre les nombres d'oscillations de deux sons ne change pas soit qu'on multiplie, soit qu'on divise par un même nombre les deux termes de ce rapport. Ainsi, pendant que l'*ut* fait 704 oscillations, le *mi* en fait 880 ; et si l'on divise ces deux nombres par leur plus grand commun diviseur 176, on trouve que l'*ut* fait 4 oscillations pendant que sa tierce majeure ou le *mi* en fait 5, et qu'enfin l'*ut* fait une oscillation pendant que le *mi* en fait $\frac{5}{4}$ ou $1\ {}^{1}/_{4}$.

Dans les calculs d'acoustique musicale il est d'usage de représenter ainsi par l'unité le plus grave des deux sons que l'on compare, et conséquemment de représenter le son aigu par une expression fractionnaire ayant pour numérateur le nombre d'oscillations du son le plus aigu et pour dénominateur le nombre synchronique d'oscillations du son le plus grave. Ainsi, quand on dit que $\frac{5}{4}$ représente le *mi*, on sous-entend que 1 représente l'*ut*.

Des expériences précises (*a*) ont prouvé que dans la gamme majeure d'*ut* ou de 1,

le *ré* est représenté par	$\frac{10}{9}$	ou	$1\ {}^{1}/_{9}$
mi	$\frac{5}{4}$		$1\ {}^{1}/_{4}$
fa	$\frac{4}{3}$		$1\ {}^{1}/_{3}$
sol	$\frac{3}{2}$		$1\ {}^{1}/_{2}$
la	$\frac{5}{3}$		$1\ {}^{2}/_{3}$
si	$\frac{15}{8}$		$1\ {}^{7}/_{8}$
l'*ut* octave	2.		

Le rapport synchronique du *ré* au *mi* est celui de $\frac{10}{9}$ à $\frac{5}{4}$

ou de $\frac{40}{36}$ à $\frac{45}{36}$

ou de 40 à 45

ou de 8 à 9

ou de 1 à $\frac{9}{8}$

(*a*) *Considérations sur l'acoustique musicale*. Société de Lille, 1855.

Ce nombre $\frac{9}{8}$ étant un peu plus grand que $\frac{10}{9}$ nous indique que le ***mi*** est un peu plus élevé au-dessus du ***ré*** que le ***ré*** au-dessus de l'***ut***.

Comparons de la même manière le ***ré*** $\frac{10}{9}$ à sa tierce mineure ou au ***fa*** $\frac{4}{3}$. Le rapport synchronique de ces deux sons sera celui de $\frac{10}{9}$ à $\frac{4}{3}$

ou de	$\frac{30}{27}$	à	$\frac{36}{27}$
ou de	30	à	36
ou de	5	à	6
ou de	1	à	$\frac{6}{5}$

Comparons de même le ***mi*** $\frac{5}{4}$ au ***fa*** $\frac{4}{3}$, leur rapport sera celui de $\frac{5}{4}$ à $\frac{4}{3}$ ou de $\frac{15}{12}$ à $\frac{16}{12}$, ou de 15 à 16 ou enfin de 1 à $\frac{16}{15} = 1\ ^{1}/_{15}$.

De même, le rapport du ***si*** à l'***ut*** octave, sera celui de $\frac{15}{8}$ à 2 ou de 15 à 16, ou de 1 à $\frac{16}{15}$, comme de ***mi*** à ***fa***.

En résumé, on a le tableau suivant :

Notes de la gamme majeure d'***ut***,	***ut***	***ré***	***mi***	***fa***	***sol***	***la***	***si***
rapports synchroniques	1	$\frac{10}{9}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{3}$	$\frac{15}{8}$
rap. sy. entre les notes consécut.	$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	

Si l'on écrit à la suite les unes des autres les notes de rang pair, puis les notes de rang impair, on aura :

	ré	***fa***	***la***	***ut***	***mi***	***sol***	***si***
rap. syn.	$\frac{6}{5}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{5}{4}$	

d'où l'on peut conclure que les notes de la gamme proviennent d'une suite de tierces alternativement mineures $\frac{6}{5}$ et majeures $\frac{5}{4}$.

Les nombres fractionnaires ci-dessus réprésentant les notes successives de la gamme majeure d'***ut***, se retrouvent dans les ouvrages modernes qui traitent de la théorie de cette gamme, à l'exception pourtant du ***ré*** qui est partout représenté par $\frac{9}{8}$. C'est une erreur qui remonte jusqu'à Rameau. Dans son ***traité de l'harmonie*** publié en 1722, le célèbre artiste adopte pour le ***ré*** la valeur ci-dessus $\frac{10}{9}$; mais plus tard, en 1726, s'étant aperçu que cette valeur était en opposition avec les

bases de son ***nouveau système de musique théorique***, et ayant besoin, pour étayer ce système, d'un ***ré*** qui fût la quinte juste du ***sol***, il a dû croire que le ***ré*** $\frac{9}{8}$, plus conforme à ses vues, était aussi plus conforme à la nature. D'Alembert dans son commentaire du système de Rameau, et J.-J. Rousseau dans son dictionnaire, n'ont élevé aucune réclamation contre ce changement, et c'est par cette voie que l'erreur s'est infiltrée partout. Ce n'est qu'en 1851 que des expériences spéciales et rigoureuses (*a*) ont rendu au ***ré*** sa véritable valeur $\frac{10}{9}$. Cette erreur n'a plus sa raison d'être, elle fausse toutes les théories, il importe qu'elle disparaisse. (***Voir une note à la fin.***)

Nommons provisoirement ***ro*** le son qui serait élevé au-dessus d'***ut*** autant que ***mi*** est au-dessus de ***ré***. Ce ***ro*** sera représenté par $\frac{9}{8}$, l'***ut*** étant 1. Comparons maintenant le son ***ré*** au son ***ro***. Le rapport synchronique sera celui $\frac{10}{9}$ à $\frac{9}{8}$ ou de $\frac{80}{72}$ à $\frac{81}{72}$, ou de 80 à 81 ou enfin de 1 à $\frac{81}{80}$. C'est-à-dire que si le ***ré*** est représenté par 1, le ***ro*** le sera par $\frac{81}{80}$. Si l'on veut que l'***ut*** soit 1, le ***ro*** sera $\frac{10}{9} \times \frac{81}{80}$ ou $\frac{9}{8}$.

Nous avons vu que le rapport synchronique de ***ut*** à ***ré*** est	$\frac{10}{9}$	$= 1\ ^1/_9$
ré à ***mi***	$\frac{9}{8}$	$= 1\ ^1/_8$
mi à ***fa***	$\frac{16}{15}$	$= 1\ ^1/_{15}$
ré à ***ro***	$\frac{81}{80}$	$= 1\ ^1/_{80}$
etc.		etc.

Or, $^1/_9$ est plus petit que $^1/_8$. Il en résulte que pour aller en chantant du ***ré*** au ***mi***, il faut élever la voix (la rendre plus aiguë) un peu plus que pour aller de l'***ut*** au ***ré***. C'est ce qui fait dire que la distance, l'***intervalle*** de l'***ut*** au ***ré*** est un peu moindre que celui du ***ré*** au ***mi***. On donne le nom de ***ton mineur*** à l'intervalle de l'***ut*** au ***ré***, et, en général, à l'intervalle de deux sons dans le rapport de 1 à $\frac{10}{9}$. On appelle ***ton majeur*** l'intervalle de deux sons dont le rapport est celui de 1 à $\frac{9}{8}$, comme de ***ré*** à ***mi***, de ***fa*** à ***sol***, de ***la*** à ***si***.

(*a*) *Expériences et observations sur le RÉ de la gamme*. Mémoires de la Société de Lille, 1855.

La fraction $\frac{1}{15}$ étant beaucoup plus petite que $\frac{1}{8}$ ou $\frac{1}{9}$, on voit que pour aller en chantant de *mi* à *fa*, il faut élever la voix beaucoup moins que pour aller d'*ut* à *ré* ou de *ré* à *mi*. C'est-à-dire que l'intervalle de *mi* à *fa* est beaucoup moindre que le ton majeur ou mineur. On lui a donné le nom, assez mal choisi, de *demi-ton majeur;* ce qui veut signifier que l'intervalle de *mi* à *fa* est plus grand (majeur) que la moitié du ton ou majeur ou mineur.

La fraction $\frac{1}{80}$ est aussi beaucoup plus petite que $\frac{1}{15}$, par conséquent l'intervalle du *ré* au *ro* est plus petit que le demi-ton majeur. On l'appelle *comma*. C'est l'excès du ton majeur sur le ton mineur. Le *ro* étant d'un comma plus aigu que le *ré*, nous le désignerons par $ré^{c}$. Le petit *c* placé à droite et un peu au-dessus du mot *ré* indique qu'il faut élever le son *ré* d'un comma pour avoir le son *ro*, dont le nom provisoire devient ainsi inutile. Par les mêmes raisons, on écrit un petit *c* à droite et au bas du nom d'une note pour indiquer qu'elle doit être abaissée, ou plus grave, d'un comma. Exemples :

mi_{c}	*mi* abaissé d'un comma.
$fa^{\sharp}_{c}$	*fa* dièse abaissé d'un comma.
$sol^{\sharp c}$	*sol* dièse élevé d'un comma.
$si^{c}_{\flat}$	*si* bémol élevé d'un comma.
$la_{\flat cc}$	*la* bémol abaissé de deux commas.
$ré^{\sharp\sharp ccc}$	*ré* double dièse élevé de trois commas.
$si^{cc}_{\flat\flat\flat}$	*si* triple bémol élevé de deux commas.
$sol^{4\,\sharp}_{3\,c}$	*sol* quadruple dièse abaissé de trois commas.
etc.	

Gardons-nous bien de confondre, comme on le fait souvent pour abréger le discours, deux choses différentes et parfaitement distinctes : le rapport synchronique de deux sons et l'*intervalle* de l'un à l'autre. Le rapport synchronique $\frac{5}{4}$, par exemple, rappelle que l'*ut* fait quatre oscillations pendant que le *mi* en fait cinq, tandis que

l'*intervalle* de l'*ut* au *mi* est la quantité dont il faut élever la voix au-dessus de l'*ut* pour arriver au *mi*. Le rapport synchronique $\frac{10}{9}$, ou $\frac{5}{4}$, ou $\frac{3}{2}$..... ne mesure pas l'intervalle de l'*ut* au *ré*, ou au *mi*, ou au *sol*..... mais il est un indice, un signe, un *symbole* de cet intervalle ; il ne le mesure pas, mais il en donne le sentiment plus ou moins vague ; il sert même, comme nous le verrons, à trouver la mesure de l'intervalle. C'est pour cela que les rapports synchroniques $\frac{10}{9}$, $\frac{5}{4}$, $\frac{4}{3}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{5}{3}$, $\frac{15}{8}$, sont aussi nommés *rapports symboliques*, *valeurs symboliques*, *intervalles symboliques*. Sous le nom de synchroniques, ces rapports rappellent le nombre des oscillations de l'*ut* comparé aux nombres d'oscillations des notes de la gamme ; sous le nom d'intervalles symboliques, ces mêmes fractions portent la pensée vers la distance, l'intervalle de l'*ut* aux notes de la gamme. Par exemple, si la fraction $\frac{3}{2}$ est qualifiée de rapport synchronique, c'est qu'on a en vue le nombre des oscillations de l'*ut* comparé au nombre des oscillations du *sol*. Si cette même fraction $\frac{3}{2}$ est qualifiée de rapport symbolique, ou d'intervalle symbolique, c'est qu'on veut porter la pensée sur l'*intervalle* de l'*ut* au *sol*, sur la quantité dont il faut élever la voix pour aller de l'*ut* à sa quinte *sol*. La fraction $\frac{81}{80}$ est l'intervalle symbolique de *ré* à *ré*°, intervalle déjà signalé sous le nom de *comma*.

Dans leur pratique de tous les jours, les musiciens éprouvent souvent le désir ou le besoin d'apprécier l'intervalle compris entre deux sons qu'ils veulent comparer. Ils *estiment* que cet intervalle est d'un ton, de deux tons, d'un demi-ton, d'un quart de ton.... ; mais ces appréciations, quelquefois assez justes quand il s'agit d'un intervalle fréquemment usité d'un ou plusieurs tons ou même d'un demi-ton, sont presque toujours grandement erronées dans les autres cas, surtout lorsqu'il s'agit de très-petits intervalles. C'est donc à tort que pour soutenir ou pour combattre une théorie musicale on invoque ces grossières estimations que l'on affirme être exactes sans fournir à l'appui des expériences précises.

Une théorie musicale peut toujours se traduire par des chiffres, des

valeurs symboliques ; on peut en déduire, comme nous allons le voir, la mesure précise, rigoureuse, des intervalles et par conséquent juger avec certitude du mérite de cette théorie. Nous en donnerons des exemples.

Mesurer un intervalle, c'est déterminer le nombre de fois qu'il contient un autre intervalle pris pour unité; comme on prend la toise, l'aune, le mètre..... pour mesurer la longueur d'un mur, d'une toile.....

L'unité d'intervalle, comme toute autre unité, est absolument arbitraire ; cependant, si elle est choisie trop grande, elle sera incommode pour mesurer de petits intervalles musicaux, comme cela arrive très-souvent. Nous choisirons entre diverses unités et nous donnerons les motifs qui ont déterminé notre choix.

Concevons une série indéfinie de sons successifs marqués respectivement des numéros d'ordre 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.......et tels que le N.° 1 soit plus aigu que l'*ut* marqué N.° 0, de l'unité d'intervalle ; que le son N.° 2 soit plus aigu que le N.° 1 précédent, aussi de l'unité d'intervalle ; que le N.° 3 soit plus aigu que le N.° 2, de la même unité d'intervalle ; que l'intervalle du N.° 3 au N.° 4 soit encore d'une unité.... et que cela continue ainsi indéfiniment. Il est clair que le son N.° 17, par exemple, sera au-dessus de l'*ut*, N.° 0, juste de 17 unités d'intervalle. Par conséquent le numéro d'ordre 17 sera exactement la mesure de ce 17.e son. Il est clair encore que l'intervalle du son N.° 523 au son N.° 549 sera de 26 unités, excès de 549 sur 523. En définitive, l'intervalle de l'*ut* de départ à un son quelconque de la série est mesuré par le numéro d'ordre de ce son, et l'intervalle entre-deux sons de la série est mesuré par la différence entre les numéros d'ordre de ces deux sons.

Afin d'être mieux compris des praticiens en musique auxquels je m'adresse exclusivement, je vais reprendre les mêmes idées en les appliquant à un exemple.

Prenons pour unité l'intervalle d'octave. Partons d'*ut* N.° 0 et élevons nous d'une octave pour arriver au N.° 1. Pendant que l'*ut*

de départ, N.° 0, fait une oscillation, l'*ut* octave N.° 1 en fait deux; ainsi, la valeur synchronique du son N.° 0 est 1 et celle du son N.° 1 est 2. Le son N.° 2 étant l'octave aiguë du N.° 1, sa valeur synchronique sera double de 2, elle sera 4 ou 2 × 2 ou 2^2. De même celle du N.° 3 sera double de celle du N.° 2, elle sera double de 4 ou de 2^2, elle sera 8 ou 2^3. Celle du N.° 4 sera double de celle du N.° 3, elle sera donc 2 fois 8 ou 2^4.... et ainsi de suite. On aura donc le tableau suivant :

Numéros d'ordre	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9...
Val. synchroniques des notes successives.	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512..
ou	2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5	2^6	2^7	2^8	2^9..

On voit que l'exposant de la puissance à laquelle il faut élever 2 ou la valeur synchronique de l'unité d'intervalle (qui est ici l'octave) pour avoir la valeur synchronique de chaque son successif de la série, est précisément le numéro d'ordre de chaque son, et enfin que cet exposant, ce numéro d'ordre, est la mesure exacte en octaves de l'intervalle du son quelconque au-dessus de l'*ut* de départ. Ainsi la valeur synchronique du son N.° 13, par exemple, est 2 élevé à la treizième puissance, c'est 2^{13}, c'est 2 multiplié treize fois par lui-même, c'est enfin 8192, et l'intervalle en octaves de l'*ut* 1 de départ à ce 13.e son de 8192 oscillations est mesuré par l'exposant 13. C'est un intervalle de treize octaves.

Nous avons bien dans ce qui précède la mesure exacte de l'intervalle en octaves depuis l'*ut* de départ faisant une oscillation jusqu'aux sons faisant dans le même temps 2, 4, 8, 16; 32, 64.... oscillations; mais nous n'avons pas la mesure de l'intervalle pour les nombres intermédiaires d'oscillations. Nous n'avons pas, par exemple, l'intervalle en octaves de l'*ut* de départ au son représenté par le chiffre 19 que je prends au hasard. L'intervalle demandé est évidemment compris entre 4, numéro d'ordre de 16, et 5, numéro d'ordre de 32; mais plus près de 4 que de 5. Ce numéro d'ordre cherché, cet intervalle en octaves de l'*ut* de départ au son 19, est l'exposant de la puissance à laquelle il faut élever 2 pour avoir 19. Nommons x cet

exposant inconnu, on aura donc pour le trouver à résoudre l'équation

$$2^x = 19.$$

Prenant dans une table quelconque, dans celle de Callet, par exemple, les logarithmes de 2 et 19, on aura :

$$x \times \log. 2 = \log. 19 \quad \text{d'où} \quad x = \frac{\log. 19}{\log. 2}$$

Logarithme vulgaire de 19....... 1,2787536
Logarithme vulgaire de 2........ 0,3010300

faisant la division, on trouve $x = 4{,}2479275....$ pour l'intervalle demandé. Cet intervalle signifie que le son faisant 19 oscillations pendant que l'*ut* en fait une seule, est élevé au-dessus de cet *ut* de 4 octaves $^1/_4$, ou plus exactement, de 4 octaves et 2479 dix-millièmes d'octave.

Ce que nous venons de faire pour le nombre 19 on peut le faire pour tout autre nombre entier ou fractionnaire ; on peut donc ainsi dresser une table, une sorte de Barême, en deux colonnes où l'on trouverait, dans la première colonne, la suite naturelle et indéfinie des nombres 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.... et à côté, dans une seconde colonne, les intervalles calculés comme nous venons de le faire pour le nombre 19.

On donne le nom de *logarithmes acoustiques* aux nombres de cette seconde colonne. Qu'on ne s'effraye pas de ce gros mot *logarithme*, il n'a pas ici d'autre signification que celle que nous lui avons donnée dans ce qui précède. Au lieu d'appeler ces nombres : *logarithmes acoustiques*, on pourrait, on devrait les appeler : *intervalles musicaux*.

La table des intervalles musicaux, la table de logarithmes dont je viens de donner une idée, et dans laquelle l'unité d'intervalle est 2 ou l'octave de l'*ut*, existe réellement. Elle a été calculée, en 1832, depuis 1 jusqu'à 320, par M. de Prony, membre l'Institut. L'exactitude de chaque logarithme ou intervalle musical en octaves, a été poussée jusqu'à la septième décimale, c'est-à-dire, jusqu'à la dix-millionième partie de l'octave. On a bien rarement besoin d'une aussi grande précision.

Rien n'obligeait M. de Prony à prendre l'octave ou 2 pour l'unité des mesures d'intervalles ; tout autre nombre pris pour base peut être employé ; mais comme les expériences d'acoustique musicale et les calculs qui en sont la suite ont presque toujours pour but de mesurer de très-petits intervalles, il convient de prendre pour unité un intervalle beaucoup plus petit que l'octave 2. C'est aussi ce qu'à fait M. de Prony. Il a donné une table allant aussi de 1 à 320, en prenant pour base la douzième partie de l'octave ou $2^{\frac{1}{12}}$.

Dans son grand ouvrage sur la musique des Grecs (*a*) M. Vincent, membre de l'Institut, a donné une table de logarithmes acoustiques dans laquelle l'unité d'intervalle, est la soixantième partie de l'octave ou $2^{\frac{1}{60}}$. Ce choix convenait ici, parce que l'auteur avait à étudier une grande diversité de systèmes bizarres où figurent toutes sortes de nombres.

J'ai moi-même donné, en 1833 (*b*), une table de logarithmes acoustiques à 6 décimales. Elle s'arrête à 160 et l'unité d'intervalle est le comma $\frac{81}{80}$. Le choix que j'ai fait du comma pour mesurer les intervalles musicaux est justifié, ce me semble, par les considérations suivantes :

Le comma est tiré des intervalles entre les notes de la gamme, puisqu'il est la différence entre le ton majeur et le ton mineur. Il affecte presque toujours, soit en la haussant, soit en la baissant, la note à laquelle on arrive comme résultat d'un calcul ou d'une combinaison. Par exemple, si l'on s'éloigne continuellement d'*ut* d'un intervalle de seconde, de tierce, de quarte, de quinte, etc., on ne rencontre que des notes ou naturelles, ou diésées, ou bémolisées, et presque toujours *commatisées*, c'est-à-dire élevées ou abaissées d'un ou plusieurs commas entiers. Mes logarithmes mettent en évidence ces commas, qui restent cachés sous des chiffres quand on calcule avec des tables d'une autre base, d'une autre unité de mesure. Le comma joue un rôle très-important dans les expériences et les calculs d'acoustique musi-

(*a*) Notices et extraits des manus. de la biblioth., etc., t. XVI, 2[e] p., chez Duprat.
(*b*) Mémoires de la Société de Lille, pour 1833 et 1848.

cale, dans les théories, dans la constitution des accords, et en général dans les combinaisons diverses des notes usitées. Consultons, par exemple, le tableau suivant des diverses gammes dans le mode majeur :

$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{16}{15}$	$\frac{9}{8}$	$\frac{10}{9}$	$\frac{9}{8}$	
si$^{\#}$	ut$^{\#\#}_{c}$	ré$^{\#\#}_{c}$	mi$^{\#}_{c}$	fa$^{\#\#}$	sol$^{\#\#}_{c}$	la$^{\#\#}$
mi$^{\#}$	fa$^{\#\#}$	sol$^{\#\#}$	la$^{\#}$	si$^{\#c}$	ut$^{\#\#}$	ré$^{\#\#}$
la$^{\#}$	si$^{\#}$	ut$^{\#\#}$	ré$^{\#}$	mi$^{\#}$	fa$^{\#\#}$	sol$^{\#\#}$
ré$^{\#}$	mi$^{\#}_{c}$	fa$^{\#\#}$	sol$^{\#}$	la$^{\#}$	si$^{\#}$	ut$^{\#\#}$
sol$^{\#}$	la$^{\#}_{c}$	si$^{\#}$	ut$^{\#}$	ré$^{\#}$	mi$^{\#}_{c}$	fa$^{\#\#}$
ut$^{\#}$	ré$^{\#}_{c}$	mi$^{\#}_{c}$	fa$^{\#}_{c}$	sol$^{\#}$	la$^{\#}_{c}$	si$^{\#}$
fa$^{\#}$	sol$^{\#}$	la$^{\#}$	si	ut$^{\#o}$	ré$^{\#}$	mi$^{\#}$
si	ut$^{\#}$	ré$^{\#}$	mi	fa$^{\#}$	sol$^{\#}$	la$^{\#}$
mi	fa$^{\#}_{c}$	sol$^{\#}$	la	si	ut$^{\#}$	ré$^{\#}$
la	si$_{c}$	ut$^{\#}$	re	mi	fa$^{\#}_{c}$	sol$^{\#}$
ré	mi^{o}	fa$^{\#}_{c}$	sol$_{c}$	la	si$_{c}$	ut$^{\#}$
sol	la	si	ut	ré^{c}	mi	fa$^{\#}$
ut	ré	mi	fa	sol	la	si
fa	sol$_{c}$	la	si$_{\flat}$	ut	ré	mi
si$_{\flat}$	ut$_{c}$	ré	mi$_{\flat}$	fa	sol$_{c}$	la
mi$_{\flat}$	fa$_{c}$	sol$_{c}$	la$_{\flat c}$	si$_{\flat}$	ut$_{c}$	ré
la$_{\flat}$	si$_{\flat}$	ut	re$_{\flat}$	mi$^{c}_{\flat}$	fa	sol
ré$_{\flat}$	mi$_{\flat}$	fa	sol$_{\flat}$	la$_{\flat}$	si$_{\flat}$	ut
sol$_{\flat}$	la$_{\flat c}$	si$_{\flat}$	ut$_{\flat}$	ré$_{\flat}$	mi$_{\flat}$	fa
ut$_{\flat}$	ré$_{\flat c}$	mi$_{\flat}$	fa$_{\flat}$	sol$_{\flat}$	la$_{\flat c}$	si$_{\flat}$
fa$_{\flat}$	sol$_{\flat c}$	la$_{\flat c}$	si$_{\flat\flat c}$	ut$_{\flat}$	ré$_{\flat c}$	mi$_{\flat}$
si$_{\flat\flat}$	ut$_{\flat}$	ré$_{\flat}$	mi$_{\flat\flat}$	fa$^{c}_{\flat}$	sol$_{\flat}$	la$_{\flat}$
mi$_{\flat\flat}$	fa$_{\flat}$	sol$_{\flat}$	la$_{\flat\flat}$	si$_{\flat\flat}$	ut$_{\flat}$	ré$_{\flat}$
la$_{\flat\flat}$	si$_{\flat\flat c}$	ut$_{\flat}$	ré$_{\flat\flat}$	mi$_{\flat\flat}$	fa$_{\flat}$	sol$_{\flat}$
ré$_{\flat\flat}$	mi$_{\flat\flat c}$	fa$_{\flat}$	sol$_{\flat\flat}$	la$_{\flat\flat}$	si$_{\flat\flat c}$	ut$_{\flat}$

On y voit que le ***mi***, le ***sol*** et le ***si*** de la gamme d'***ut*** doivent être abaissés d'un comma pour entrer dans la gamme de ***ré***; que le ***fa#*** de la gamme de ***sol*** doit être abaissé d'un comma pour entrer dans les gammes de ***mi***, de ***la*** et de ***ré***; que le ***sol*** naturel est plus grave d'un comma dans les gammes de ***ré***, de ***fa*** et de ***si♭***; que la seconde et la quatrième note de la gamme de ***si♭*** doivent être haussées d'un comma pour devenir la troisième et la cinquième notes de la gamme de ***la♭***, etc., etc. On comprendra encore mieux l'importance du rôle que joue ce comma dans l'exposition des théories musicales, et par suite l'utilité d'une table qui le mette immédiatement en évidence dans les calculs, sans qu'il puisse se perdre ou se cacher sous des chiffres, en méditant le ***Mémoire sur la théorie de la gamme et des accords*** (*a*), lu à l'Académie des Sciences par M. Vincent, membre de l'Institut.

C'est une opinion presque universelle, parmi les musiciens, que le comma n'est pas perceptible. C'est encore une erreur qui remonte jusqu'à Rameau. Le célèbre et savant artiste s'exprime sur ce point avec tant d'énergie et d'autorité qu'on n'ose presque pas le contredire : « Jamais personne n'a senti ni ne sentira la différence entre le ton » majeur et le ton mineur. » (*b*) Cette erreur, répétée de confiance par d'Alembert, J.-J. Rousseau et leurs successeurs, s'est enracinée dans les esprits et n'en sortira pas de longtemps. Il serait absurde, il est vrai, de vouloir mesurer quoi que ce soit avec une unité qui échapperait à nos moyens de perception; mais tel n'est pas le cas du comma. Non seulement le comma est appréciable par les oreilles les plus brutes, mais un intervalle dix fois plus petit est encore perceptible dans un grand nombre de cas. On en trouvera beaucoup d'exemples dans les notices citées plus haut.

L'époque actuelle voit surgir de nombreux ouvrages ayant la théorie de la musique pour objet. Aujourd'hui la plupart des auteurs soumettent

---

(*a*) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*. Séances des 12 novembre, 24 et 31 décembre 1855.

(*b*) *Code de musique pratique*. 1760, p. 205.

leur système au calcul, et comme aucun, jusqu'ici du moins, ne tient compte du comma, que tous le dédaignent ou ignorent son importance, les petites erreurs s'accumulent et deviennent embarrassantes. Alors on s'en prend aux nombres fondamentaux qu'on déclare faux ; on nie les faits constatés par les musiciens eux-mêmes, on oppose à ces faits des affirmations dénuées de preuves, on est réduit enfin à user d'une tactique qui réussit toujours et qui consiste à verser tout doucement le ridicule ou le mépris sur les géomètres et les physiciens qu'on accuse d'incompétence et d'incapacité ; aménités qui prouvent merveilleusement l'excellence du système qu'on préconise.

Quelles que soient les idées que chacun a adoptées sur la théorie de la musique, il est utile à tous de pouvoir les soumettre à l'analyse et à la comparaison avec les idées des autres, et cela ne peut se faire commodément qu'avec le secours d'une table de logarithmes acoustiques, qui reste toujours neutre entre les opinions belligérantes.

L'utilité d'une pareille table ne pouvant être mise en doute, j'ai songé à reproduire celle de 1833, mais beaucoup plus étendue, puisque je la pousse jusqu'à 1200 au lieu de 160. Afin qu'on puisse préciser le degré de confiance qu'on peut accorder à ma table, je me crois dans l'obligation d'indiquer la marche que j'ai suivie pour la calculer ; mais il faut pour cela qu'on me permette de reproduire en peu de mots, pour cette table, la petite théorie élémentaire déjà exposée à l'occasion de la table de M. de Prony, ayant l'octave ou 2 pour base.

Concevons donc qu'on s'élève continuellement au-dessus d'*ut* d'un comma à la fois et qu'on marque d'un numéro d'ordre les sons successivement produits. On voit que l'intervalle en commas de l'*ut* N.° 0 à l'un quelconque des sons de la série indéfinie sera mesuré par le numéro d'ordre de ce son. On aura donc :

N.os d'ordre	0	1	2	3	4	......
val. synch.	$\left(\frac{81}{80}\right)^0$	$\left(\frac{81}{80}\right)^1$	$\left(\frac{81}{80}\right)^2$	$\left(\frac{81}{80}\right)^3$	$\left(\frac{81}{80}\right)^4$	......
symboles	1	$\frac{81}{86}$	$\frac{6561}{6400}$	$\frac{431441}{512000}$	$\frac{13046720}{40960009}$	....

Où l'on voit bien que l'exposant de la puissance à laquelle il faut élever $\frac{81}{80}$ pour avoir la valeur synchronique des sons successifs, est précisément égal au numéro d'ordre. C'est ce numéro d'ordre ou cet exposant qui est le logarithme acoustique de chaque son, c'est-à-dire l'intervalle en commas de l'*ut* à ce son.

Nous avons bien ici sous les yeux l'intervalle de l'*ut* aux divers sons de la série, mais nous n'avons pas l'intervalle de l'*ut* à un son ne faisant pas partie de cette série. Soient 1 et N les nombres synchroniques d'oscillations de l'*ut* et d'un son quelconque; N sera la valeur symbolique de ce son; soit x l'exposant de la puissance à laquelle il faut élever $\frac{81}{80}$ pour reproduire ce nombre N. On aura :

$$\left(\frac{81}{80}\right)^x = \mathrm{N} \quad \ldots . \ (\mathrm{A})$$

d'où l'on tire

$$x = \frac{\log \mathrm{N.}}{\log \frac{81}{80}} = \frac{1}{\log 81 - \log 80} \times \log.\mathrm{N.}$$

Ce qui fait connaître x, c'est-à-dire le logarithme acoustique de N, c'est-à-dire encore l'intervalle en commas de l'*ut* au son dont la valeur symbolique est N.

Rappelons-nous que le rapport entre les nombres synchroniques d'oscillations de deux sons ne mesure pas l'intervalle entre les deux sons, mais nous voyons ici que ce rapport N entre obligatoirement dans le calcul à faire pour obtenir cet intervalle x.

Pour résoudre l'équation (A) je me suis servi des logarithmes vulgaires des tables de Callet. J'ai donc eu :

log. vulg. de 81.	1,90848	50188	78649	74918.....
log. vulg. de 80.	1,90308	99869	91943	58564....
log. v. 81 — log. v. 80.	0,00539	50318	86706	16354.$=p$.

$$\text{ainsi} \quad x = \frac{1}{p} \times \log.\mathrm{vulg.N.}$$

Il n'y a donc plus qu'à diviser par p le logarithme vulgaire du

nombre N. C'est aussi ce que j'ai fait pour calculer ma première petite table ; mais comme, pour simplifier et abréger ce travail, je me suis contenté du diviseur trop petit 0,005395, j'ai eu des résultats trop grands.

Pour ma nouvelle table, j'ai d'abord divisé l'unité par *p* avec ses vingt chiffres décimaux, le quotient est

185,35571 63330 375....M.

C'est le logarithme acoustique de la base 10 des logarithmes vulgaires, c'est ce quotient ou *module* M qu'il faut multiplier successivement par les logarithmes vulgaires de 2, 3, 4, 5, 6, 7..... A cet effet, j'ai ajouté le module M à lui-même neuf fois de suite, ce qui m'a donné d'avance les produits partiels de M par les chiffres significatifs du logarithme vulgaire de N. Ces produits partiels ayant été écrits sur le bord d'autant de cartons soigneusement et largement réglés, il n'y avait plus qu'à ranger ces cartons les uns sur les autres en reculant d'une place à chaque chiffre, puis à faire l'addition. J'ai pris dans la table de Callet les logarithmes vulgaires à 12 chiffres décimaux, ce qui en donnait 23 aux produits totaux; mais en additionnant j'ai négligé les sept dernières colonnes, en tenant compte de la retenue fournie par la dix-septième. De cette manière le produit ne peut être en défaut que de quelques unités sur le chiffre décimal du seizième ou du quinzième ordre.

Les logarithmes des nombres premiers et de leurs diverses puissances ainsi calculés ont été écrits, avec dix chiffres décimaux seulement, sur le bord d'autant de cartons bien réglés, de manière qu'en les superposant j'additionnais facilement les logarithmes des plus grands facteurs des nombres complexes et j'insérais dans la table les sommes réduites à 8 chiffres décimaux, avec la précaution, ici comme partout, d'augmenter d'une unité le dernier chiffre décimal conservé quand le premier de ceux qu'on abandonne est 5 ou plus grand que 5. Enfin, je n'ai calculé qu'à 12 décimales exactes les logarithmes des nombres premiers au-dessus de 600, parce qu'il n'y avait pas lieu de les ajouter à d'autres.

Malgré mes efforts d'attention et de patience pendant ce travail de manœuvre, il se peut qu'il y ait çà et là dans ma table quelques chiffres suspects. Si quelques-uns des logarithmes pris dans Callet sont en défaut, ils auront inévitablement faussé dans ma table ceux qui en proviennent.

J'ai partagé les 8 chiffres décimaux en deux groupes de 4, parce qu'il est très-rare qu'on ait besoin de pousser l'exactitude au-delà des dix-millièmes de comma et qu'on peut souvent se contenter des centièmes. N'oublions pas cependant qu'avec les fourchettes de Scheibler, et par la méthode des battements, on peut mettre en évidence des différences moindres qu'un centième de comma, c'est-à-dire un intervalle cent fois plus petit que le comma nié par Rameau et tous les musiciens.

A la seule inspection de la table, on reconnait que les différences entre les nombres N successifs sont constantes et égales à l'unité, tandis que les logarithmes correspondants ont des différences inégales qui décroissent, d'abord avec rapidité pour les petits nombres N, puis de plus en plus lentement pour les nombres plus grands, de sorte que pour les dernières pages de la table, les différences des nombres voisins sont à peu près proportionnelles aux différences de leurs logarithmes respectifs. Les erreurs des calculs fondés sur cette proportionnalité diminueront donc à mesure qu'on opérera sur des nombres plus voisins de la limite 1200 de la table. C'est sur cette proportionnalité approchée qu'est fondé le procédé suivant pour calculer avec une suffisante précision le logarithme d'un nombre qui passe les limites de la table.

Soit donc à calculer le logarithme de 234,5678. On fera la proportion :

1 différence entre 234 et 235
: 0,3432 7969 différ. entre les log. de 234 et 235
::0,5678 différ. entre 234 et 234,5678
: x=0,1949 1421 différ. entre les log. de 234 et 234,5678.

Ajoutant cette différence.................	0,1949 1421
au logarithme de 234.....................	439,1477 0240
on aura, pour le log. de 234,5678.........	439,3426 1661
Le log. directement calculé est..............	439,3428 1201
L'erreur négligeable est donc...............	0,0001 9540

Si l'on voulait plus d'exactitude, on se dirigerait d'après la remarque suivante qui a d'utiles et fréquentes applications. Le nombre proposé 234,5678 est assez petit pour que son quadruple et même son quintuple 1172,8390 soit au-dessous de la limite 1200 de la table. On cherchera donc le logarithme de 1172,839 en faisant la proportion

1:0,0686 5585 :: 0,839 : x =...........	0,0576 0226
ajoutant le log. de 1172..................	568,8432 7583
on aura pour le log. de 1172,839...........	568,9008 7809
Mais comme on a opéré sur un nombre 5 fois trop grand, il faut retrancher le log. de 5 ou..	129,5580 8585
le reste est le log. cherché de 234,5678......	439,3427 9224
Le log. exact, calculé à part, est...........	439,3428 1201
la différence est.........................	0,0000 1977

L'erreur est nulle jusque dans la quatrième décimale.

Si l'on demandait le logarithme de 234567,8 il suffirait évidemment de calculer comme ci-dessus le logarithme de 234,5678 et d'y ajouter le logarithme de 1000. On aurait ainsi...... 439,3428
+ 556,0671

995,4099

Il faudrait au contraire retrancher de.. 439,3428
le log. de 100 ou.................. 370,7114

pour avoir le logarithme de 2,345678... 68,6314

On s'exposerait à faire une erreur sensible si l'on usait de la proportion pour calculer, sans préparation, le logarithme de 2,345678. C'est ce que constate le calcul suivant :

1 : 32,6295 :: 0,345678 : x = ... 11,2828
ajoutant le log. de 2 ou........................ 55,7976

on aurait.................................... 67,0804
nombre trop faible de 1,5510 ou de plus d'un comma et demi, ou d'environ la 44.[e] partie de la vraie valeur.

Soit à calculer le log. de 1,0125. Il faut d'abord transformer ce nombre en 1012,5 en le multipliant par 1000, pour qu'on le trouve entre deux autres dans les dernières pages de la table. Puis on fait la proportion 1 : 0,0795 0515 :: 0,5 : x = ... 0,0397 5258
ajoutant le log. de 1012............... ... 557,0273 8661

Somme.......... 557,0671 3919
Retranchant le log. de 1000 ou............. 556,0671 4900
il reste pour le log. de 1,0125.............. 0,9999 9019
nombre qu'on peut remplacer par 1. Et en effet

$$1,0125 = \left(\frac{81}{80}\right), \text{ d'où } \log.1,0125 = \log.81 - \log.80 = 1.$$

Remarquons que 1,0125 est divisible par 5 et que le quotient 0,2025 est lui-même divisible par 5, de sorte que

$$1,0125 = \frac{405 \times 25}{10000}, \text{ et } \log.1,0125 = \log.405 + \log.25 - \log.10000.$$

Opérant, on a, log.405.................. 483,3066 9363
log. 25.................. 259,1161 7171

Somme, ou log. de 10125................. 742,4228 6534
Log.100........ 370,7114 3267
Log.100........ 370,7114 3267

Log.10000........ 741,4228 6534...... 741,4228 6534

Différence, ou log. de 1,0125...... 1,0000 0000

Pour faire ressortir encore une fois l'utilité de la transformation quand on a à opérer sur de petits nombres, opérons directement sur

1,0125. Ce nombre est compris entre 1 et 2 dont les log. diffèrent de 55,7976 3048. On fera donc la proportion :

1 : 55,7976 3048 :: 0,0125 : x =......... 0,6974 7038

à quoi il faut ajouter le log. de 1 ou 0, pour avoir le log. de 1,0125. Le résultat est trop petit de 0,30253 ou des 3 dixièmes de sa valeur.

Soit à calculer le log. de 9228. On le réduira à 922,8, et l'on dira :

1 : 0,0873 :: 0,8 : x= 0,0698
+ 549,5298 log. de 922

549,5996 log. de 922,8
+ 185,3557 log. de 10

734,9553 log. de 9228.

Remarquons que 9228 est divisible par 4 puisque 28 qui termine le nombre est un multiple de 4. De plus, la somme 21 des chiffres étant un multiple de 3, le nombre 9228 l'est aussi, il est par conséquent divisible par 12, et l'on a 9228=769×12. Tout se réduisait donc à faire la somme des logarithmes de 769 et 12.

Log. de 769.......... 534,9229
Log. de 12.......... 200,0324

Somme ou logarithme de 9228........ 734,9553

Par les détails qui précèdent on voit, qu'en général, si le nombre proposé est au-dessous de 600 ou au-dessus de 1200, il convient de le multiplier ou de le diviser par un auxiliaire choisi pour le ramener à être compris entre 600 et 1200, et le plus près possible de 1200.

Il faut maintenant s'exercer à résoudre le problème inverse, c'est-à-dire à trouver le nombre correspondant à un logarithme qui n'est pas exactement dans la table ou qui en passe les limites.

Soit, pour premier exemple, 497,2261. Ce logarithme est compris entre ceux de 481 et 482. On fera donc la proportion :

0,1672 différ. entre les log. de 481 et 482

: 1 différ. entre ces nombres.

:: 0,0752 différ. entre le log. de 481 et le log. donné

; $x = \frac{0,0752}{0,1672}$=0,44976 ..différ. entre 481 et le nombre cherché;

le nombre cherché est donc 481,44976...

Soit encore le log. 156,5678. Le nombre correspondant sera compris entre 6 et 7, c'est-à-dire dans une partie de la table où les différences variant beaucoup, on ne peut espérer qu'une approximation grossière. Pour éviter ou diminuer cette cause d'erreur, j'ajoute au log. donné celui de 100 ou 370,7114. La somme 527,2792 répond à un nombre compris entre 699 et 700, et en opérant comme dans l'exemple précédent, on trouvera 699,3397... Ce nombre est cent fois trop grand puisque pour plus d'exactitude on a ajouté le log. de 100 au log. proposé. Le résultat est donc 6,993397....

Pour opérer sans avoir reçours à l'auxiliaire 100, on dira :

12,4090 différ. entre les log. de 6 et de 7

: 1 différ. entre 6 et 7

:: 12,3330 différ. entre les log. de 6 et le log. donné

: $x = \frac{12,3330}{12,4090}$ = 0,993875...

nombre auquel il faut ajouter 6 pour avoir le résultat 6,993875.... moins exact que le précédent et plus grand que lui de 0,000478....

Soit encore 977,3579. Pour faire rentrer ce logarithme dans les dernières pages de la table qu'il dépasse, j'en retranche le log. de 200 ou 426,5091, et pour trouver le nombre correspondant, je dirai :

$$0,0859 : 1 :: 0,0199 : x = \frac{199}{859} = 0,23166472..$$

ajoutant 937 il vient 937,231665. Ce nombre est 200 fois trop petit; le résultat est donc 937,231665×200=187446,333.

Les divers usages d'une table de logarithmes acoustiques peuvent

être extrêmement multipliés, j'en ai donné de nombreux exemples dans les notices citées plus haut. Ce que j'en dirai ici aura simplement pour but de mettre le lecteur peu exercé en état de se servir de ma table pour résoudre les diverses questions qu'il pourra se proposer.

Souvenons-nous que l'expression symbolique d'une note est un nombre fractionnaire dont le dénominateur est le nombre d'oscillations de l'*ut* et le numérateur le nombre synchronique d'oscillations de la note elle-même. Cette expression symbolique peut immédiatement se transformer dans la mesure en commas de l'intervalle musical de l'*ut* à la note. Il suffit en effet de retrancher le logarithme du dénominateur de celui du numérateur. Ainsi la valeur symbolique du *ré* étant $\frac{10}{9}$, du log. de 10 ou.................. 185,3557 1633
on retranche celui de 9 ou.................. 176,8743 0389

Reste......... 8,4814 1244

Ce reste fait connaître que l'intervalle de l'*ut* au *ré* est de 8 commas et 48 centièmes, ou environ 8 commas 1/2.

Nous savons que le rapport symbolique du ton majeur de *ré* à *mi*, est $\frac{9}{8}$, on aura donc : log. de 9.............. 176,8743 0389
log. de 8.............. 167,3928 9145

9,4814 1244

L'intervalle de *ré* à *mi*, ou du ton majeur est juste d'un comma plus grand que celui du ton mineur, ce que nous savions déjà.

Des praticiens disent par tradition que le ton est de 9 commas, d'autres disent qu'il est de 8 commas ; bien peu savent au juste ce que c'est qu'un comma.

Soit encore le rapport symbolique $\frac{16}{15}$ du demi-ton majeur de *mi* à *fa* ou de *si* à l'*ut* octave.

Du logarithme de 16...................... 223,1905 2194
on ôte celui de 15...................... 217,9952 3780

5,1952 8414

Le reste fait connaître que l'intervalle de demi-ton majeur est de 5 commas et près de 2 dixièmes de comma.

On voit que le demi-ton majeur est plus grand que la moitié du ton entier majeur ou mineur.

Ton majeur.....	9,4814 1244	Ton mineur...	8,4814 1244
Demi-ton majeur.	5,1952 8414		5,1952 8414
Différence....	4,2861 2830		3,2861 2830

Cette différence, cet excès du tôn majeur ou mineur sur le demi-ton majeur, se nomme ***demi-ton mineur,*** ce qui signifie qu'il est plus petit (mineur) que la moitié du ton entier. On voit en même temps qu'il n'y a qu'un demi-ton majeur et qu'il y a deux demi-tons mineurs, lesquels diffèrent d'un comma.

Quand on ne fait pas cette distinction on est entraîné à de graves erreurs.

Le rapport symbolique du plus grand des deux demi-tons mineurs est $\frac{9}{8} \times \frac{15}{16} = \frac{135}{128}$, il est $\frac{10}{9} \times \frac{15}{16} = \frac{25}{24}$ pour l'autre.

Désormais, sauf les cas qui exigent une grande précision, je ne calculerai qu'avec 4 chiffres décimaux, et j'aurai soin d'augmenter d'une unité le dernier de ceux que je conserverai quand le premier de ceux que j'abandonnerai sera 5 ou plus grand que 5.

Pour avoir en commas l'intervalle de l'*ut* à une note naturelle, diésée ou bémolisée, il faut donc d'abord se procurer la valeur symbolique de cette note, puis opérer comme nous venons de le faire.

J'ai calculé ces valeurs symboliques tant pour les notes naturelles que pour les notes diésées ou bémolisées jusqu'à 6 fois. Ces calculs peuvent se compliquer beaucoup quand on suit la marche indirecte ordinaire, ils se simplifient extrêmement au contraire quand on applique les formules que j'ai données pour cet objet (*a*). D'un trait de plume on trouve la valeur symbolique d'une note diésée ou bémolisée autant de fois qu'on voudra.

(*a*) *Principes fondamentaux*. Mémoires de la Société de Lille. 1848.

A la table des logarithmes je joins le ***tableau des valeurs symboliques*** accompagnées de leurs logarithmes acoustiques. Il nous sera utile. Avant de l'employer et afin d'en tirer un parti intelligent, je dois ici m'écarter de ma route et faire quelques excursions sans but apparent.

J'ai ***démontré*** dans mes opuscules que pour diéser une note appartenant à une gamme d'un système musical quelconque, il faut abaisser d'un demi-ton majeur (*a*) la note qui la suit dans l'ordre diatonique de cette gamme, et que pour bémoliser une note il faut élever d'un demi-ton majeur celle qui la précède dans l'ordre diatonique. Il importe de se bien pénétrer de cette règle dont je ferai un continuel usage.

Ainsi, dans la gamme majeure d'*ut*, du log. de *mi*.	17,9628
on retranche le log. du demi-ton majeur...........	5,1953
le reste est le logarithme du *ré*#.................	12,7675
Au log. du *ré*..............................	8,4814
on ajoute le log. du demi-ton majeur..............	5,1953
la somme est le log. du *mi* bémol ou $mi_{\flat}$..........	13,6767

Ce $mi_{\flat}$ ou 13^{c},6767 n'est pas la tierce mineure de l'*ut* comme on le croit communément. La tierce mineure de l'*ut* est $\frac{6}{5}$, ou 14,6767, ou $mi_{\flat}^{c}$.

Du log. de *fa*.............................	23,1581
on retranche celui du demi-ton majeur.............	5,1953
	17,9628

le reste est le log. de *mi*# qui se confond avec le log. de *mi* naturel, puisque du *mi* au *fa* il y a l'intervalle d'un demi-ton majeur.

(*a*) J'entends ici par demi-ton majeur le plus petit des intervalles entre les notes consécutives de la gamme quelle qu'elle soit.

Au log. de *mi*............................	17,9628
j'ajoute celui du demi-ton majeur..................	5,1953
la somme est le log. de $fa_\flat$......................	23,1581

Il se confond avec celui de *fa* parce que de *mi* à $fa_\flat$ il y a un demi ton majeur comme de *mi* à *fa*.

Selon qu'entre deux notes le ton est majeur ou mineur, on peut ajouter 4,2861 ou 3,2861 à la note grave pour avoir son dièse, ou retrancher de la note aiguë pour avoir son bémol. Avant de faire l'opération par cette marche indirecte, il faut donc avoir reconnu, par un calcul préalable, que le ton est majeur ou qu'il est mineur, ce qui peut être long et embarrassant, tandis que la règle logique donnée plus haut, et dont je me servirai toujours sans nouvel avertissement, est brève, invariable, commode et rigoureuse.

On remarquera, dans le tableau des valeurs symboliques, que la différence entre une note affectée d'un nombre de dièses ou de bémols, et la même note ayant un dièse ou un bémol de plus ou de moins, est toujours l'un ou l'autre des deux demi-tons mineurs. Cela doit être, car la différence entre une note naturelle et la même note diésée ou bémolisée une fois, est d'un demi-ton mineur; or, une note diésée ou bémolisée un nombre quelconque de fois peut être considérée comme naturelle relativement à la même note diésée ou bémolisée une fois de plus.

Des auteurs commettent par tradition la grosse faute de ne pas distinguer entre le ton majeur et le ton mineur qui diffèrent d'un comma; ils se servent invariablement du demi-ton mineur $\frac{25}{24}$ ou 3c,2861, soit pour diéser soit pour bémoliser une note. Comparons les résultats obtenus par le procédé faux et le procédé exact.

A	*ut*	*ré*	*mi*	*fa*	*sol*	*la*
B	0,0000	8,4814	17,9628	23,1581	32,6395	41,1209
C	19,7167	28,1981	37,6795	42,8748	52,3562	60,8376
D	22,7167	32,1981	41,6795	46,8748	55,3562	64,8376
E	3,0000	4,0000	4,0000	4,0000	3,0000	4,0000

A. Noms des notes

B. Distances en commas de l'*ut* à ces notes.

C. Les nombres de la ligne B augmentés de 19°,7167 ou 6 fois le demi-ton mineur 3,2861 ; ou les notes A diésées six fois selon la règle vicieuse usitée.

D. Valeurs vraies des notes A diésées six fois.

E. Différences entre les valeurs vraies et les valeurs fausses.

L'erreur est partout de 3 ou de 4 commas entiers, ou près d'un demi-ton, dont les résultats faux sont trop petits. Et si l'on fait un pareil calcul pour les notes bémolisées, l'erreur est aussi ou de 3 ou de 4 commas dont les faux résultats sont alors trop grands.

D'autres auteurs commettent une erreur bien autrement grave. Ils prétendent que pour diéser une note il faut l'élever d'un demi-ton majeur et que pour la bémoliser il faut l'abaisser de ce même demi-ton. A ce compte il faut effacer de toutes les musiques

mi♯ *si*♯ *fa*♭ *ut*♭

et les remplacer respectivement par

fa *ut* *mi* *si*

Plus généralement, il faut remplacer dans toutes les gammes majeures :

La médiante accidentellement diésée, par la sous-dominante ;

La sous-dominante bémolisée, par la médiante ;

La sensible diésée, par la tonique ;

La tonique bémolisée, par la sensible.

De plus, il faut monter d'un degré sur la portée toute note diésée, et descendre d'un degré les notes bémolisées.

On ne peut insérer un dièse et un bémol qu'entre deux notes qui diffèrent d'un ton majeur ou mineur. Dans la gamme majeure d'*ut*, il n'y a ni dièse ni bémol possible à insérer entre deux notes qui diffèrent d'un demi-ton majeur comme de *mi* à *fa*, de *si* à 2*ut*. Si l'on applique la fausse règle ci-dessus, le *mi*♯ au lieu de se confondre avec le *mi* se confondra avec le *fa*, et le *fa*♭ au lieu de se confondre avec le *fa*, se confondra avec le *mi*.

Si on applique l'autre règle illogique usitée et enseignée presque partout, et qui consiste à élever le ***mi*** du demi-ton mineur $\frac{25}{24}$ ou $3^c,2861$, on aura $21^c,2490$ pour ***mi***♯, c'est-à-dire le ***mi***♯ des gammes de ***ut***♯, ***sol***♯, ***ré***♯, ***si***♯..... et si on abaisse le ***fa*** de ce demi-ton mineur 3,2861, on aura $19^c,8720$ pour ***fa***♭, c'est-à-dire le ***fa***♭ de la gamme de ***si***♭♭.

Mais ce n'est pas tout. En suivant cette règle absurde, il n'y a pas de raison pour exclure le demi-ton mineur $\frac{135}{128} = \frac{25}{24} \cdot \frac{81}{80}$; alors on trouvera entre le ***mi*** et le ***fa*** de la gamme d'***ut*** le ***mi***♯ des gammes de ***fa***♯, ***la***♯, ***mi***♯.... et le ***fa***♭ des gammes de ***ut***♭, ***fa***♭, ***mi***♭♭, ***la***♭♭, ***ré***♭♭......

Ainsi donc, en se conformant aux règles enseignées, on trouverait entre le ***mi*** et le ***fa*** de la gamme d'***ut***, c'est-à-dire dans un intervalle où aucune note ne peut entrer, on trouverait, dis-je, deux ***mi***♯ différents et deux ***fa***♭ différents, indépendamment d'un ***mi***♯ se confondant avec ***fa*** et d'un ***fa***♭ se confondant avec ***mi***.

Faisons ressortir encore l'absurdité et la contradiction dans les règles enseignées pour diéser et bémoliser.

L'***ut*** diésé six fois a pour valeur exacte......... $22^c,7168$.
Selon une règle qui tend à se propager, il faudrait élever l'***ut*** de six fois le demi-ton majeur 5,1953, ce qui donnerait 31,1718, quantité trop grande de $8^c,4550$ ou un ton mineur.

Ceux-là mêmes qui veulent qu'on diése une note en l'élevant d'un demi-ton majeur, veulent aussi qu'un ***ut***, ou un ***ré***, ou un ***fa***, etc., diésé deux fois, soit un ***ré***, ou un ***mi***, ou un ***sol***, etc. En suivant cette règle, l'***ut*** diésé six fois se confondrait avec ***fa***♯ dont la valeur exacte est de $27^c,4442$, quantité trop grande de $4^c,7274$.

Pour ceux qui n'admettent que la gamme du tempérament égal, l'***ut*** diésé six fois est la moitié de l'octave 55,7976 ou $27^c,8988$, quantité trop grande de $5^c,1820$ ou un demi-ton majeur.

Selon la règle suivie dans les traités de physique et ailleurs, d'après Rameau, il faudrait augmenter ***ut*** de six fois le demi-ton mineur $\frac{25}{24}$ ou six fois $3^c,2861$; ce serait donc 19 ,7166, quantité trop faible de trois commas.

L'autre demi-ton mineur $\frac{135}{128}$ ayant les mêmes droits que $\frac{25}{24}$ donnerait un *ut*⁶# de 25,7164, quantité trop forte de trois commas.

On a donc ainsi pour *ut*⁶#, six valeurs différentes selon les auteurs que l'on consulte.

Voilà où mènent les fausses théories, toutes présentées comme infaillibles et accompagnées de critiques passionnées contre les géomètres et les physiciens, la seule chose sur laquelle les écrivains soient d'accord.

Je vais maintenant entrer dans les détails d'une instruction élémentaire sur l'usage qu'on peut faire des deux tables dans les divers cas qui peuvent se présenter et sur la manière d'interpréter les résultats.

Toute note dont la valeur symbolique est comprise entre 1 et 2 appartient à la première gamme montante, à la gamme qui commence par *ut*=1 et finit par *si*=$\frac{15}{8}$. L'*ut* octave ou 2 *commence* la seconde gamme montante et toute note dont la valeur symbolique est comprise entre 2 et 4, appartient à cette deuxième gamme montante. Par exemple, la note dont la valeur symbolique est $2\times\frac{5}{3}$ est un *la* qui appartient à la seconde gamme montante. Convenons de représenter cette note par 2*la*, le chiffre 2 rappelant que la note *la* appartient à la deuxième gamme. Si une note appartient à la troisième gamme, à la quatrième, à la cinquième..... elle aura devant son nom le chiffre 3, ou 4, ou 5.... Ainsi 7*ré* indique un *ré* qui appartient à la septième gamme : ce sera une note plus aiguë que 7*ut*, mais plus grave que 8*ut*, car 8*ut* commence la huitième gamme montante. Il est inutile d'écrire le chiffre 1 vis-à-vis d'une note de la première gamme ; ainsi *fa* est la même chose que 1*fa*, et appartient à la première gamme : c'est une note plus aiguë que l'*ut* de départ, et plus grave que 2*ut* qui commence la deuxième gamme.

Les calculs d'acoustique musicale sont souvent longs et compliqués quand on veut les faire par les valeurs symboliques ; nous avons pu voir déjà qu'au contraire ils sont rapides et faciles quand on se sert des intervalles exprimés en commas. En conséquence, nos calculs seront

faits par *logarithmes*, c'est-à-dire sur les valeurs en commas des notes que nous aurons à combiner.

Je répète donc dans le langage logarithmique ce que j'ai dit tout-à-l'heure :

Toute note dont le logarithme est compris entre 0 et 55,7976 appartient à la première gamme montante. Ce nombre 55,7976 ou 55 commas et $^3/_4$ est le logarithme de l'*ut* octave aiguë de l'*ut zéro* de départ. Il commence la deuxième gamme montante. Le nombre de commas de l'*ut* qui commence la troisième gamme est double de 55,7976, c'est donc 111,5952 et toute note qui aura pour valeur en commas un nombre compris entre 55,7976 et 111,5952 appartiendra de fait à la deuxième gamme. Pour conserver le souvenir de cette circonstance, nous ferons comme tout-à-l'heure, nous ferons précéder du chiffre 2 le nom de cette note.

Ecrivons ici, pour faciliter les calculs à venir, la série des *ut* successifs avec leur valeur en commas.

ut	0,00000 0000	11*ut*	557,9763 0484
2*ut*	55,7976 3048	12*ut*	613,7739 3532
3*ut*	111,5952 6097	13*ut*	669,5715 6581
4*ut*	167,3928 9145	14*ut*	725,3691 9629
5*ut*	223,1905 2194	15*ut*	781,1668 2678
6*ut*	278,9881 5242	16*ut*	836,9644 5726
7*ut*	334,7857 8290	17*ut*	892,7620 8774
8*ut*	390,5834 1339	18*ut*	948,5597 1823
9*ut*	446,3810 4387	19*ut*	1004,3573 4871
10*ut*	502,1786 7436	20*ut*	1060,1549 7920

On comprend de suite que toute note dont la valeur en commas est comprise entre 334,7858 et 390,5834 est plus aiguë que 7*ut* et plus grave que 8*ut* : cette note appartient donc à la septième gamme montante qui commence par 7*ut*. Si c'est un *sol* on devra écrire 7*sol*.

Veut-on savoir maintenant quelle note est représentée par 190,9279 7293? On voit tout d'abord, par la série des ***ut***, que cette note appartient à la quatrième gamme montante, puisque son logarithme est compris entre celui de 4***ut*** et celui de 5***ut***. Quelle qu'elle soit, il y en a une du même nom et à la même place dans chaque gamme, et partout elle est à la même distance au-dessus de l'***ut*** qui commence la gamme où elle est. Si donc on retranche 4***ut*** ou 167,3928 9145 de 190,9279 7293 on aura 23,5350 8148 pour l'intervalle de l'***ut*** de départ à la note cherchée dans la première gamme. Je cherche ce nombre parmi ceux du tableau des valeurs symboliques; je trouve 25,5350 8148 vis-à-vis du ***mi*** double dièse, donc la note cherchée, commune à toutes les gammes, est un $mi^{\sharp\sharp}$ abaissé de deux commas, c'est $mi^{\sharp\sharp}_{cc}$. Je sais d'ailleurs que la note cherchée appartient à la quatrième gamme, c'est donc, en définitive, $4\,mi^{\sharp\sharp}_{cc}$.

On voit par ces détails que le logarithme d'une note étant donné, il faut en retrancher celui de l'***ut*** immédiatement inférieur et chercher le reste dans le tableau des valeurs symboliques; à côté on trouvera le nom de la note et sa valeur symbolique. En avant de ce nom on écrira le numéro de la gamme à laquelle la note appartient.

On demande la valeur en commas, ou le logarithme acoustique, de $6la^{cc}_{\flat\flat\flat}$. A côté de $la_{3\flat}$ dans le tableau je trouve 29,2625 4900; donc le logarithme de $la^{2c}_{3\flat}$ est 31,2562 4900. Il n'y a plus qu'à ajouter le log. de 6***ut*** ou 278,9881 5242, la somme 310,2507 0142 sera la réponse.

Avant de conclure qu'un résultat obtenu ne se trouve pas dans le tableau des valeurs symboliques, on l'augmentera de 55,7976 3048 et l'on cherchera la somme parmi les nombres qui dépassent 55,7976 3048.

Un résultat n'est qu'approché et n'est pas censé dans le tableau s'il y a une différence d'une unité ou plus sur le quatrième chiffre décimal, lorsqu'on a opéré avec les 8 chiffres décimaux.

Si exercé, si habile que soit un praticien, il serait à coup sûr fort embarrassé s'il avait à dire quelles sont *exactement* les notes suc-

cessives par lesquelles on passe en partant d'*ut* et en s'élevant continuellement d'une sixte majeure. C'est l'affaire d'un instant pour le musicien calculateur. On ajoute continuellement à lui-même le logarithme 41,1209 3390 de la sixte majeure *la*. Dans le tableau ci-dessous on n'a poussé l'opération, dans la première colonne, que jusqu'à dix. Ces nombres sont les logarithmes des notes demandées.

Progression ascendante par intervalles successifs de sixte majeure :

41,1209	3390	41,1209	3390	*la*	*la*
82,2418	6780	26,4442	3732	2 $fa^{\#}_{c}$	$fa^{\#}$
123,3628	0170	11,7675	4073	3 $re^{\#}_{c}$	$re^{\#}$
164,4837	3560	52,8884	7463	3 $si^{\#}_{c}$	$si^{\#}$
205,6046	6950	38,2117	7805	4 $sol^{2\#}_{2c}$	la_{b}
246,7256	0340	23,5350	8146	5 $mi^{2\#}_{2c}$	*fa*
287,8465	3730	8,8583	8488	6 $ut^{3\#}_{3c}$	*ré*
328,9674	7120	49,9793	1878	6 $la^{3\#}_{3c}$	*si*
370,0884	0510	35,3026	2220	7 $fa^{4\#}_{3c}$	$sol^{\#}$
411,2093	3900	20,6259	2561	8 $ré^{4\#}_{4c}$	fa_{b}

On opère sur les nombres de la première colonne comme nous l'avons dit et comme nous allons le faire pour un seul, le septième, par exemple. J'en retranche le logarithme de 6*ut*; et le reste 8,8583 8488, inscrit dans la deuxième colonne, est cherché dans le tableau des valeurs symboliques. On trouve 11,8583 8490 vis-à-vis de $ut^{3\#}$. La note cherchée est donc $ut^{3\#}$ abaissée de trois commas, c'est $ut^{3\#}_{3c}$. Or, d'après le nombre 287,8462 3730, cette note est comprise entre 6*ut* et 7*ut*. C'est donc 6$ut^{\#\#\#}_{ccc}$, comme on l'a écrit dans la troisième colonne.

Les notes exactes de cette colonne sont d'une exécution presque impossible dans la pratique, même en les ramenant dans la première gamme. J'ai mis dans la quatrième colonne les notes praticables qui approchent le plus des véritables lorsqu'elles sont descendues dans la première gamme.

Il serait également impossible d'indiquer exactement les notes par lesquelles on passe en s'élevant continuellement au-dessus d'*ut* (ou de tout autre note), de l'intervalle du triton.

J'ai reconnu par l'expérience directe *(a)* que la valeur symbolique du triton est $\frac{25}{18}$ comme le voulait Rameau, et non $\frac{45}{32}$ comme on le suppose ordinairement, et comme l'indiquait en 1639 le jésuite Parran dans son traité de musique *(b)*. L'intervalle en commas de l'***ut*** au triton $fa^{\#}_{c}$ est donc 26,4442 3732. Opérant avec cette valeur comme on vient de le faire avec celle de la sixte majeure on trouvera les notes suivantes :

$fa^{\#}_{c}$ $si^{\#}_{c}$ $2mi^{\#\#}_{cc}$ $2la^{3\#}_{3c}$ $3ré^{4\#}_{4c}$ $3sol^{5\#}_{5c}$ $4ut^{6\#}_{5c}$

mais on ne pourra pas aller plus loin parce que mon tableau incomplet des valeurs symboliques s'arrête aux notes diésées six fois.

Les notes ci-dessus sont d'une exécution pratique impossible, même en les descendant dans la première gamme. Voici celles qui, dans la première gamme, en approchent le plus

fa# *si*# *fa* $ut_{\flat}$ *mi*# $si_{\flat}$ *mi*.

Proposons nous encore de trouver les notes par lesquelles on passe en s'élevant au-dessus d'***ut***, d'abord d'une tierce majeure, puis d'une tierce mineure au-dessus du résultat, puis d'une tierce majeure, d'une tierce mineure, et ainsi de suite.

Il faut donc à la valeur zéro de l'***ut***, ajouter celle 17,9628 2488 de la tierce majeure, puis celle 14,6766 9658 de la tierce mineure etc. Cela donnera la première colonne du tableau suivant :

17,9628 2488		*mi*
32,6395 2146		*sol*
50,6023 4634		*si*
65,2790 4292	9,4814 1244	$2ré^{c}$
83,2418 6780	27,4442 2732	2*fa*#
97,9185 6438	42,1209 3390	$2la^{c}$
115,8813 8926	4,2861 2829	$3ut^{\#c}$
130,5580 8584	18,9628 2487	$3mi^{c}$
148,5209 1072	36,9256 4975	$3sol^{\#c}$
163,1976 0730	51,6023 4633	$3si^{c}$
etc.	etc.	etc.

(a) *Considérations sur l'acoustique musicale*. Société de Lille. Année 1855.

(b) Voir sur ce livre une note à la fin.

Les nombres de cette première colonne sont les logarithmes des notes demandées. Il faut maintenant descendre ces logarithmes dans la première gamme pour les trouver parmi ceux du tableau des valeurs symboliques. On retranche donc des nombres de cette première colonne les valeurs des *ut* immédiatement inférieurs. Les restes formant la deuxième colonne sont cherchés dans le tableau, et l'on a mis dans la troisième colonne les notes correspondantes.

Les notes de cette troisième colonne sont fort simples, mais elles se compliquent de plus en plus à mesure qu'on pousse plus loin l'opération. Nous reviendrons sur cette série de tierces alternativement majeures et mineures.

Par quelles notes passe-t-on successivement quand on s'élève d'un demi-ton majeur au-dessus d'*ut*, puis d'un ton mineur au-dessus du résultat ; puis d'un ton majeur au-dessus du résultat ; puis d'une tierce mineure, d'une tierce majeure, d'une quarte, d'une sixte mineure, d'une sixte majeure et enfin d'une septième ?

Au logarithme zéro de l'*ut* de départ, on ajoute ceux des intervalles indiqués ; des sommes successives on retranche le logarithme de l'*ut* inférieur et l'on cherche les restes parmi les logarithmes dans le tableau des valeurs symboliques. A côté se trouveront les notes suivantes :

$ré_{\flat}$ $mi_{\flat}$ *fa* $la_{\flat}$ 2*ut* 2*fa* 3*ut* $3la_{\flat o}$ $4fa_{o}$ $5mi_{o}$

Le lecteur peu exercé fera bien d'exécuter les calculs qui conduisent à ces notes. Je lui propose encore, comme exercice, de retrouver les logarithmes des notes renfermées dans les deux tableaux suivants :

PROGRESSION ASCENDANTE PAR INTERVALLES SUCCESSIFS DE :

Demi-ton. $\frac{16}{15}$	Seconde mineure. $\frac{10}{9}$	Seconde majeure. $\frac{8}{9}$	Tierce mineure. $\frac{6}{5}$	Tierce majeure. $\frac{5}{4}$	Quarte. $\frac{4}{3}$	Quinte. $\frac{3}{2}$	Sixte mineure. $\frac{8}{5}$	Sixte majeure. $\frac{5}{3}$	Septième. $\frac{15}{8}$
$ré_{b}$	ré	$ré^{c}$	mi^{c}_{b}	mi	fa	sol	la_{b}	la	si
mi_{2b}	mi_{c}	mi^{c}	sol^{c}_{b}	$sol^{\#}$	si_{b}	2 $ré^{c}$	2 fa^{c}_{b}	2 $fa^{\#}_{c}$	2 $la^{\#}$
fa_{2b}	$fa^{\#}_{2c}$	$fa^{\#c}$	si^{c}_{2b}	$si^{\#}$	2 mi_{b}	2 la^{c}	2 $ré^{c}_{2b}$	3 $ré^{\#}$	3 $sol^{2\#}$
sol_{3b}	$sol^{\#}_{2c}$	$sol^{\#2c}$	2 $ré^{2c}_{2b}$	2 $ré^{2\#}_{c}$	2 la_{bc}	2 mi^{c}	3 si^{c}_{2b}	3 $si^{\#}_{c}$	4 $fa^{3\#}$
la_{4b}	$la^{\#}_{3c}$	$la^{\#2c}$	2 fa^{2c}_{2b}	2 $fa^{3\#}_{c}$	3 $ré_{bc}$	2 si^{c}	4 sol^{c}_{3b}	4 $sol^{2\#}_{2c}$	5 $mi^{3\#}$
si_{5b}	$si^{\#}_{3c}$	$si^{\#3c}$	2 la^{3c}_{3b}	2 $la^{3\#}_{c}$	3 sol_{bc}	4 $fa^{\#c}$	5 mi^{c}_{4b}	5 $mi^{2\#}_{2c}$	6 $ré^{4\#}$
2 ut_{5b}	2 $ut^{2\#}_{4c}$	2 $ut^{2\#4c}$	2 ut^{3c}_{3b}	3 $ut^{4\#}_{c}$	3 ut_{bc}	5 $ut^{\#2c}$	5 ut^{2c}_{4b}	6 $ut^{3\#}_{3c}$	7 $ut^{5\#}$
2 $ré_{6b}$	2 $ré^{2\#}_{5c}$	2 $ré^{2\#3c}$	3 mi^{3c}_{4b}	3 $mi^{4\#}_{c}$	4 fa_{bc}	5 $sol^{\#2c}$	6 la^{2c}_{5b}	6 $la^{3\#}_{3c}$	8 $si^{5\#}$
	2 $mi^{2\#}_{5c}$	2 $mi^{2\#4c}$	3 sol^{4c}_{4b}	3 $sol^{5\#}_{2c}$	4 si_{2b2c}	6 $ré^{\#2c}$	7 fa^{2c}_{5b}	7 $fa^{2\#}_{3c}$	8 $la^{6\#}$
	2 $fa^{2\#}_{6c}$	2 $fa^{3\#4c}$	3 si^{4c}_{4b}	4 $si^{5\#}_{2c}$	5 mi_{2b2c}	6 $la^{\#2c}$	7 $ré^{2c}_{6b}$	8 $ré^{4\#}_{4c}$	

Note.	Tierce mineure. $\frac{6}{5}$	Tierce majeure. $\frac{5}{4}$	Quarte. $\frac{4}{3}$	Quinte. $\frac{3}{2}$	Sixte mineure. $\frac{8}{5}$	Sixte majeure. $\frac{5}{3}$
ut	mi$^{c}_{\flat}$	mi	fa	sol	la$_{\flat}$	la
ré	fa	fa$^{\sharp}_{c}$	sol$_{c}$	la	si$_{\flat}$	si$_{c}$
mi	sol	sol$^{\sharp}$	la	si	2 ut	2 ut$^{\sharp}$
fa	la$_{\flat}$	la	si$_{\flat}$	2 ut	2 ré$_{\flat}$	2 ré
sol	si$^{c}_{\flat}$	si	2 ut	2 ré^{c}	2 mi$^{c}_{\flat}$	2 mi
la	2 ut	2 ut$^{\sharp}$	2 ré	2 mi	2 fa	2 fa$^{\sharp}_{c}$
si	2 ré^{c}	2 ré$^{\sharp}$	2 mi	2 fa$^{\sharp}$	2 sol	2 sol$^{\sharp}$
ut$^{\sharp}$	mi	mi$^{\sharp}_{c}$	fa$^{\sharp}_{c}$	sol$^{\sharp}$	la	la$^{\sharp}{}_{c}$
ré$^{\sharp}$	fa$^{\sharp}$	fa$^{2\sharp}$	sol$^{\sharp}$	la$^{\sharp}$	si	si$^{\sharp}$
mi$^{\sharp}$	sol$^{\sharp c}$	sol$^{2\sharp}$	la$^{\sharp}$	si$^{\sharp c}$	2 ut$^{\sharp c}$	2 ut$^{2\sharp}$
fa$^{\sharp}$	la^{c}	la$^{\sharp}$	si	2 ut$^{\sharp c}$	2 ré^{c}	2 ré$^{\sharp}$
sol$^{\sharp}$	si	si$^{\sharp}$	2 ut$^{\sharp}$	2 ré$^{\sharp}$	2 mi	2 mi$^{\sharp}_{c}$
la$^{\sharp}$	2 ut$^{\sharp c}$	2 ut$^{2\sharp}$	2 ré$^{\sharp}$	2 mi$^{\sharp}$	2 fa$^{\sharp}$	2 fa$^{2\sharp}$
si$^{\sharp}$	2 ré$^{\sharp}$	2 ré$^{2\sharp}_{c}$	2 mi$^{\sharp}_{c}$	2 fa$^{2\sharp}$	2 sol$^{\sharp}$	2 sol$^{\sharp\sharp}_{c}$
2 ut$_{\flat}$	2 mi$_{2\flat}$	2 mi$_{\flat}$	2 fa$_{\flat}$	2 sol$_{\flat}$	2 la$_{2\flat}$	2 la$_{\flat c}$
ré$_{\flat}$	fa$^{c}_{\flat}$	fa	sol$_{\flat}$	la$_{\flat}$	si$_{2\flat}$	si$_{\flat}$
mi$_{\flat}$	sol$_{\flat}$	sol$_{c}$	la$_{\flat c}$	si$_{\flat}$	2 ut$_{\flat}$	2 ut$_{c}$
fa$_{\flat}$	la$_{2\flat}$	la$_{\flat c}$	si$_{2\flat c}$	2 ut$_{\flat}$	2 ré$_{2\flat}$	2 ré$_{\flat c}$
sol$_{\flat}$	si$_{2\flat}$	si$_{\flat}$	2 ut$_{\flat}$	2 ré$_{\flat}$	2 mi$_{2\flat}$	2 mi$_{\flat}$
la$_{\flat}$	2 ut$^{c}_{\flat}$	2 ut	2 ré$_{\flat}$	2 mi$^{c}_{\flat}$	2 fa$^{c}_{\flat}$	2 fa
si$_{\flat}$.	2 ré$_{\flat}$	2 ré	2 mi$_{\flat}$	2 fa	2 sol$_{\flat}$	2 sol

Jusqu'ici nous n'avons considéré que des gammes montantes. Les gammes descendantes se traitent à peu près de la même manière ; il y a seulement des précautions à prendre, une convention à faire, pour éviter la confusion.

Parlons d'abord des *ut* successifs au-dessous de l'*ut* de départ. On les distinguera des *ut* ascendants par un signe quelconque. Ce qu'il y a de plus commode est un simple trait, le signe — mis en avant. Ainsi en descendant d'octave en octave, on écrira —2*ut*, —3*ut*, —4*ut*, —*ut*, etc., et on prononcera : moins 2*ut*, moins 3*ut*, etc. Les logarithmes ou intervalles en commas restent également les mêmes, et l'on écrit —55,7976 pour représenter —2*ut*, c'est-à-dire l'*ut* qui commence, en allant du grave à l'aigu, la deuxième gamme descendante. On écrit de même —111,5953 pour la valeur en commas de —3*ut*, de l'*ut* qui commence la troisième gamme descendante, et ainsi de suite. Les notes comprises entre les *ut* de ces gammes et leurs logarithmes divers sont également précédés du signe —, toujours pour éviter la confusion.

Proposons nous de trouver la note dont le logarithme est — 195,8371. Le signe — m'annonce que la note appartient à l'une des gammes descendantes. Le chiffre —195, compris entre les valeurs de —4*ut* et —5*ut*, indique que la note cherchée appartient à la quatrième gamme, celle qui, en descendant depuis l'*ut* de départ, commence par —4*ut*, et va, en montant, de —4*ut* à —3*ut*.

Remarquons encore ici que la note à découvrir, quelle qu'elle soit, a sa pareille, je veux dire son homonyme, dans toutes les gammes montantes ou descendantes. Elle est dans la première gamme montante autant au-dessus de l'*ut* de départ qu'elle est, *en montant*, au-dessus de — 5 *ut* dans la quatrième gamme descendante. Donc pour avoir son logarithme dans la première gamme montante, il n'y a qu'à prendre la différence entre — 223,1905 pris dans la série des *ut* et — 195,8371. C'est — 27,3534 qui, dans le tableau des valeurs symboliques, répond à $sol_{\flat}^{c}$. La note cherchée est donc —4$sol_{\flat}^{c}$.

On opère de même dans tous les cas pareils. Par conséquent pour trouver la note représentée par un logarithme précédé du signe —, il faut retrancher ce logarithme de celui immédiatement supérieur dans la série des *ut*. Le reste cherché dans le tableau des valeurs symboliques fera trouver la note qu'il faudra faire précéder du numéro de la gamme et du signe —.

Proposons nous maintenant de trouver en commas l'intervalle de l'*ut* de départ, à la note —8*ré*$^{\#\#cc}$, c'est-à-dire de trouver le logarithme de —8*re*$^{\#\#cc}$. Le logarithme cherché sera compris entre celui — 390,5834 (de —8*ut*) et celui — 446,3810 (de —9*ut*). Dans la première gamme montante, le *re*$^{\#\#cc}$ a pour logarithme 19,0537. Or, ce *re*$^{\#\#cc}$ est autant au-dessus d'*ut* que —8*re*$^{\#\#cc}$ est, *en montant*, au-dessus de —9*ut*, ou de —446,3810; donc en diminuant — 446,3810 de 19,0537 on aura — 427,3273 pour le logarithme de —8*re*$^{\#\#cc}$.

Après ce qui a été dit, il suffira d'un exemple sur les gammes descendantes. On demande quelles sont les notes successives qu'on obtient en descendant d'abord d'une tierce mineure au-dessous d'*ut*, puis d'une tierce majeure au-dessous du résultat, puis, et continuellement, d'une tierce mineure, d'une tierce majeure, etc.

Au logarithme — 14,6767 de la tierce mineure, on ajoute celui — 17,9628 de la tierce majeure, puis au résultat, le log. de la tierce mineure, etc. Les sommes successives forment la première colonne du tableau ci-dessous.

— 14,6767	— 41,1209	— *la*
— 32,6395	— 23,1581	— *fa*
— 47,3162	— 8,4814	— *ré*
— 65,2790	— 46,3163	— 2*si*$_{b}$
— 79,9557	— 31,6396	— 2*sol*$_{c}$
— 97,9185	— 13,6768	— 2*mi*$_{b}$
— 112,5952	— 54,7977	— 3*ut*$_{c}$
— 130,5580	— 36,8349	— 3*la*$_{bc}$
— 145,2347	— 22,1582	— 3*fa*$_{c}$
— 163,1975	— 4,1954	— 3*ré*$_{bc}$
etc.	etc.	etc.

Les nombres de cette première colonne (qu'on peut prolonger indéfiniment), sont retranchés de ceux des nombres immédiatement plus élevés dans la série des *ut*. Les restes, formant la deuxième colonne, sont cherchés dans le tableau des valeurs symboliques, et l'on trouve à côté les notes inscrites dans la troisième colonne. Il n'y a plus qu'à faire précéder ces noms du numéro de la gamme et du signe —.

Je reprends maintenant les deux séries de tierces alternatives pour n'en faire qu'une seule par leur réunion :

.—3ut_{o} —2$mi_{\flat}$ —2sol_{o} —2$si_{\flat}$ —*ré* —*fa* —*la ut sol si* 2$ré^{o}$ 2$fa^{\sharp}$ 2la^{o} 3$ut^{\sharp o}$ 3mi^{o}...

et je la prolonge indéfiniment à droite et à gauche de l'*ut*. En lisant de gauche à droite, à partir d'une note quelconque, on monte du grave à l'aigu, par conséquent en lisant de droite à gauche on va de l'aigu au grave.

Dans le tableau suivant, où cette série de notes est censée prolongée tant à droite qu'à gauche, pour lire en montant du grave à l'aigu, on peut partir, par exemple, du N.° d'ordre —60, remonter la colonne jusqu'à —30, reprendre à —30 et remonter jusqu'à zéro, puis pour continuer d'aller du grave à l'aigu, descendre les N.^{os} d'ordre 1, 2, 3, 4.... 30, reprendre à 30, 31, 32... jusqu'à 60. En un mot, ce tableau remplace une longue ligne horizontale sur laquelle les notes seraient écrites, en commencent à gauche par —18$si_{4\flat 6o}$ et finissant à droite par 18$re^{4\sharp 6o}$.

N.os d'ordre.	NOTES.	N.os d'ordre.	NOTES.	N.os d'ordre.	NOTES.	N.os d'ordre.	NOTES.
—30	— 9 fa$_{2\flat 3c}$	0	ut	0	ut	30	9 sol$^{2\sharp 3c}$
—31	—10 ré$_{2\flat 3c}$	— 1	— la	1	mi	31	9 si$^{2\sharp 3c}$
—32	—10 si$_{3\flat 3c}$	— 2	— fa	2	sol	32	10 ré$^{2\sharp 3c}$
—33	—10 sol$_{2\flat 3c}$	— 3	— ré	3	si	33	10 fa$^{3\sharp 3c}$
—34	—10 mi$_{3\flat 3c}$	— 4	—2 si$_{\flat}$	4	2 ré^{c}	34	10 la$^{2\sharp 3c}$
—35	—11 ut$_{2\flat 4c}$	— 5	—2 sol$_{c}$	5	2 fa$^{\sharp}$	35	11 ut$^{3\sharp 3c}$
—36	—11 la$_{3\flat 3c}$	— 6	—2 mi$_{\flat}$	6	2 la^{c}	36	11 mi$^{2\sharp 4c}$
—37	—11 fa$_{2\flat 4c}$	— 7	—3 ut$_{c}$	7	3 ut$^{\sharp c}$	37	11 sol$^{3\sharp 4c}$
—38	—12 ré$_{3\flat 4c}$	— 8	—3 la$_{\flat c}$	8	3 mi^{c}	38	11 si$^{2\sharp 4c}$
—39	—12 si$_{3\flat 4c}$	— 9	—3 fa$_{c}$	9	3 sol$^{\sharp c}$	39	12 ré$^{2\sharp 4c}$
—40	—12 sol$_{3\flat 4c}$	—10	—3 ré$_{\flat c}$	10	3 si^{c}	40	12 fa$^{3\sharp 4c}$
—41	—12 mi$_{3\flat 4c}$	—11	—4 si$_{\flat c}$	11	4 ré$^{\sharp c}$	41	12 la$^{3\sharp 4c}$
—42	—13 ut$_{3\flat 4c}$	—12	—4 sol$_{\flat c}$	12	4 fa$^{\sharp c}$	42	13 ut$^{3\sharp 4c}$
—43	—13 la$_{3\flat 4c}$	—13	—4 mi$_{\flat c}$	13	4 la$^{\sharp c}$	43	13 mi$^{3\sharp 4c}$
—44	—13 fa$_{3\flat 4c}$	—14	—5 ut$_{\flat c}$	14	5 ut$^{\sharp 2c}$	44	13 sol$^{3\sharp 5c}$
—45	—14 ré$_{3\flat 5c}$	—15	—5 la$_{\flat 2c}$	15	5 mi$^{\sharp c}$	45	13 si$^{3\sharp 4c}$
—46	—14 si$_{4\flat 4c}$	—16	—5 fa$_{\flat c}$	16	5 sol$^{\sharp 2c}$	46	14 ré$^{3\sharp 5c}$
—47	—14 sol$_{3\flat 5c}$	—17	—5 ré$_{\flat 2c}$	17	5 si$^{\sharp 2c}$	47	14 fa$^{4\sharp 5c}$
—48	—14 mi$_{3\flat 5c}$	—18	—6 si$_{2\flat 2c}$	18	6 ré$^{\sharp 2c}$	48	14 la$^{3\sharp 5c}$
—49	—15 ut$_{3\flat 5c}$	—19	—6 sol$_{\flat 2c}$	19	6 fa$^{2\sharp 2c}$	49	15 ut$^{4\sharp 5c}$
—50	—15 la$_{4\flat 5c}$	—20	—6 mi$_{2\flat 2c}$	20	6 la$^{\sharp 2c}$	50	15 mi$^{3\sharp 5c}$
—51	—15 fa$_{3\flat 5c}$	—21	—7 ut$_{\flat 2c}$	21	7 ut$^{2\sharp 2c}$	51	15 sol$^{4\sharp 5c}$
—52	—16 re$_{4\flat 5c}$	—22	—7 la$_{2\flat 2c}$	22	7 mi$^{\sharp 2c}$	52	15 si$^{3\sharp 5c}$
—53	—16 si$_{4\flat 5c}$	—23	—7 fa$_{\flat 2c}$	23	7 sol$^{2\sharp 2c}$	53	16 ré$^{4\sharp 5c}$
—54	—16 sol$_{4\flat 5c}$	—24	—8 ré$_{2\flat 2c}$	24	7 si$^{\sharp 3c}$	54	16 fa$^{4\sharp 6c}$
—55	—16 mi$_{4\flat 6c}$	—25	—8 si$_{2\flat 3c}$	25	8 ré$^{2\sharp 2c}$	55	16 la$^{4\sharp 5c}$
—56	—17 ut$_{4\flat 5c}$	—26	—8 sol$_{2\flat 2c}$	26	8 fa$^{2\sharp 3c}$	56	17 ut$^{4\sharp 6c}$
—57	—17 la$_{4\flat 6c}$	—27	—8 mi$_{2\flat 3c}$	27	8 la$^{2\sharp 3c}$	57	17 mi$^{4\sharp 6c}$
—58	—17 fa$_{4\flat 6c}$	—28	—9 ut$_{2\flat 3c}$	28	9 ut$^{2\sharp 3c}$	58	17 sol$^{4\sharp 6c}$
—59	—18 ré$_{4\flat 6c}$	—29	—9 la$_{2\flat 3c}$	29	9 mi$^{2\sharp 3c}$	59	17 si$^{4\sharp 6c}$
—60	—18 si$_{5\flat 6c}$	—30	—9 fa$_{2\flat 3c}$	30	9 sol$^{2\sharp 3c}$	60	18 ré$^{4\sharp 6c}$
etc.	etc.					etc.	etc.

Il y a quelques remarques à faire sur ce tableau.

A droite de l'*ut*, et allant en montant, les notes de numéros pairs, 2, 4, 6, 8...... savoir *sol*, 2 ré, 2 la^{c}, 3 mi^{c}, 3 si^{c}..... forment une série de quintes. Arrivé au N.° 24, c'est-à-dire à la douzième quinte, on tombe sur la note 7*si*$^{\sharp 3c}$ qui appartient à la septième gamme montante et qui a pour logarithme 391,6742, lequel n'excède celui 390,5834 de 8ut, que de 1^{c},0908. Donc la douzième quinte de l'*ut* est plus aiguë que la huitième octave de l'*ut*, de 1 comma et 9 centièmes. La note *si*$^{\sharp 3c}$ est donc presque un *ut*.

A gauche de l'*ut* de départ, et allant de l'aigu au grave, toutes les notes marquées d'un numéro pair sont aussi des quintes descendantes de l'*ut*. De ce côté aussi la note —8*ré*$_{\flat\flat cc}$, marquée du N.° —24, est la douzième quinte descendante de l'*ut*; et cette note, dont le logarithme est —391,6742, ne diffère également du huitième *ut* grave que de 1^{c},0908.

Les premières quintes en montant à droite de l'*ut*, savoir *ut*, *sol*, *ré*^{c}, *la*^{c}, sont rendues par les 4 cordes à vide du violoncelle soigneusement accordé, et les notes *ré*^{c} et *la*^{c} sont plus aiguës d'un comma que le *ré* et le *la* de la gamme d'*ut*, comme on l'a constaté par l'expérience directe(*a*). S'il y avait sur le violoncelle une cinquième et une sixième corde à l'aigu, elles sonneraient à vide un *mi*^{c} et un *si*^{c} plus aigus d'un comma que le *mi* et le *si* de la gamme d'*ut*.

Que l'on prenne où l'on voudra dans le tableau sept notes consécutives dont la première ou la dernière soit marquée d'un numéro impair, ces notes constitueront une gamme majeure.

Soit, par exemple, les notes numérotées

	21	22	23	24	25	26	27
c'est-à-dire	*ut*$^{2\sharp 2c}$	*mi*$^{\sharp 2c}$	*sol*$^{2\sharp 2c}$	*si*$^{\sharp 3c}$	*ré*$^{2\sharp 2c}$	*fa*$^{2\sharp 3c}$	*la*$^{2\sharp 3c}$.

Ces notes conserveront entre elles les mêmes rapports si on les abaisse toutes de 3 commas, ce qui les ramène à

ut$^{2\sharp}_{c}$ *mi*$^{\sharp}_{c}$ *sol*$^{2\sharp}_{c}$ *si*$^{\sharp}$ *ré*$^{2\sharp}_{c}$ *fa*$^{2\sharp}$ *la*$^{2\sharp}$.

(*a*) Voir la notice sur le RÉ, déjà citée.

Ce sont là précisément les notes de la gamme majeure de *si*#. (Voir le tableau des gammes, page 15.)

Soient encore les notes

	—19	—20	—21	—22	—23	—24	—25
ou	$sol_{\flat 2c}$	$mi_{2\flat 2c}$	$ut_{\flat 2c}$	$la_{2\flat 2c}$	$fa_{\flat 2c}$	$ré_{2\flat 4c}$	$si_{2\flat 3c}$.

On peut les élever de deux commas sans changer leurs relations, ce qui donnera $sol_{\flat}$ $mi_{2\flat}$ $ut_{\flat}$ $la_{2\flat}$ $fa_{\flat}$ $ré_{2\flat}$ $si_{2\flat c}$ c'est-à-dire les notes de la gamme majeure inusitée de $la_{2\flat}$.

Soient encore les notes	—5	—4	—3	—2	—1	0	1
ou	sol_{c}	$si_{\flat}$	*ré*	*fa*	*la*	*ut*	*mi*.

Ce sont les notes de la gamme de *fa*.

Soient encore les notes	15	14	13	12	11	10	9
ou	$mi^{\sharp c}$	$ut^{\sharp 2c}$	$la^{\sharp c}$	$fa^{\sharp c}$	$ré^{\sharp c}$	si^{c}	$sol^{\sharp c}$.

On peut les baisser d'un comma, ce qui donnera

$mi^{\sharp}$ $ut^{\sharp c}$ $la^{\sharp}$ $fa^{\sharp}$ $ré^{\sharp}$ *si* $sol^{\sharp}$

c'est-à-dire les notes de la gamme de $fa^{\sharp}$.

Toute note du tableau marquée d'un numéro pair est la tonique d'une gamme. Cette note avec les trois qui précèdent et les trois qui suivent constituent cette gamme. Le zéro de l'*ut*, étant entre deux impairs, est compté comme pair.

De la série indéfiniment prolongée à $\begin{matrix}\text{droite}\\ \text{gauche}\end{matrix}$ de l'*ut*, on peut extraire toutes les gammes majeures possibles contenant des notes $\begin{matrix}\text{diésées}\\ \text{bémolisées}\end{matrix}$ et $\begin{matrix}\text{élevées}\\ \text{abaissées}\end{matrix}$ d'un nombre entier de commas.

Nous n'avons fait entrer, dans les combinaisons qui nous ont occupé jusqu'ici, que des notes pures, exactes, conformes aux principes, et dont les logarithmes se trouvaient exactement dans le tableau des valeurs symboliques, et, en conséquence, les notes auxquelles nous sommes arrivés comme résultats sont toutes ou naturelles, ou diésées, ou bémolisées, ou *commatisées*, c'est-à-dire élevées ou abaissées

d'un ou plusieurs commas *entiers*. Nous allons maintenant faire entrer dans nos combinaisons, des notes plus ou moins profondément altérées, ce qui conduira nécessairement comme résultats à des notes altérées, à des logarithmes qui ne se trouveront qu'approximativement dans le tableau des valeurs symboliques.

Pour faciliter l'exécution de la musique sur les instruments à clavier, la touche noire entre deux blanches sert à la fois comme dièse de la plus grave et comme bémol de la plus aiguë. Pour répartir uniformément l'altération qui en résulte, on divise l'intervalle d'octave 55,7976 3048 en 12 demi-tons moyens qui s'ajoutent successivement pour former la gamme dite du *tempérament égal*. Nous nous proposons ici de comparer note à note cette gamme à la gamme vraie. Les détails sont dans le tableau suivant :

NOTES.	GAMME DU TEMPÉRAMENT ÉGAL.	GAMME VRAIE.	DIFFÉRENCES.
ut	0,0000	0,0000	0,0000
ut#	4,6498	3,2861	1,3637
ré♭	4,6498	5,1953	— 0,5455
ré	9,2996	8,4814	0,8182
ré#	13,9496	12,7675	1,1819
mi♭	13,9496	13,6767	0,2727
mi	18,5992	17,9628	0,6364
fa	23,2490	23,1581	0,0909
fa#	27,8988	27,4442	0,4546
sol♭	27,8988	28,3534	— 0,4546
sol	32,5486	32,6395	— 0,0909
sol#	37,1984	35,9256	1,2728
la♭	37,1984	37,8348	— 0,6364
la	41,8482	41,1209	0,7273
la#	46,4980	45,4071	1,0909
si♭	46,4980	46,3162	0,1818
si	51,1478	50,6023	0,5455
2 *ut*	55,7976	55,7976	0,0000

Dans la première colonne sont les noms des notes de la gamme. Dans la seconde colonne sont les intervalles en commas de l'*ut* aux notes de la gamme tempérée. On a ces intervalles en ajoutant douze fois de suite à lui-même le nombre

$$\frac{55,7976\ 3048}{12} = 4,6498\ .....$$

Dans la troisième colonne sont les intervalles vrais de l'*ut* aux notes de la gamme vraie. Dans la quatrième colonne sont les différences entre les intervalles tempérés et les intervalles vrais. On y remarque que la plus grande différence est d'un comma et un tiers dont l'*ut*♯ du clavier est trop aigu. Le *sol*♯ est aussi trop aigu d'un comma et 1/4. L'oreille est sensible à de pareilles différences. Le *fa* et le *sol* des deux gammes sont égaux à un dixième de comma près.

Galin affirme sans preuve expérimentale, selon l'usage des novateurs en musique, que les tons entiers de la gamme naturelle sont égaux et que le demi-ton mineur est les deux tiers du demi-ton majeur. Il en résulte que le ton vaut en commas 8,9996 et le demi-ton majeur 5,3998 (*a*).

La distance de l'*ut zéro* au *ré* sera donc 8,9996. Ajoutant 8,9996 on aura le *mi;* ajoutant 5,3998 on aura le *fa;* ajoutant 8,9996 on aura le *sol*, etc

Entre deux notes qui diffèrent d'un ton, on ajoute le demi-ton 5,3998 à la plus grave pour avoir le bémol de la plus aiguë, et l'on retranche 5,3998 de la plus aiguë pour avoir le dièse de la plus

---

(*a*) En effet, soient *d* le demi-ton mineur et D le demi-ton majeur, on aura, d'après les suppositions de Galin, $d^3 = D^2$ et $d^5 D^7 = 2$ d'où l'on tire :

$$d\,D = \sqrt[31]{2^5}\ ,\ D = \sqrt[31]{2^3} \quad \text{et} \quad d = \sqrt[31]{2^2}\ .$$

Opérant avec mes logarithmes acoustiques, on trouve :

$$d\,D = 8,9996, \quad D = 5,3998 \quad d = 3,5998.$$

grave. En appliquant ainsi la règle déjà donnée plus haut, on aura le tableau suivant :

NOTES.	GAMME DE GALIN.	GAMME VRAIE.	DIFFÉRENCES.
ut	0,0000	0,0000	0,0000
ut♯	3,5998	3,2861	0,3137
ré♭	5 3998	5,1953	0,2045
ré	8,9996	8,4814	0,5142
ré♯	12,5994	12,7675	— 0,1681
mi♭	14,3994	13,6767	0,7227
mi	17,9992	17,9628	0,0364
fa	23,3990	23,1581	— 0,2409
fa♯	26,9988	27,4442	0,4454
sol♭	28,7988	28,3534	0,4454
sol	32,3986	32,6395	— 0,2409
sol♯	35,9984	35,9256	0,0728
la♭	37,7984	37,8348	— 0,0364
la	41,3982	41,1209	0,2773
la♯	44,9980	45,4071	— 0,4091
si♭	46,7980	46,3162	0,4818
si	50,3978	50,6023	— 0,2045
2 *ut*	55,7976	55,7976	0,0000

Les notes de cette gamme de Galin diffèrent peu des notes vraies puisque les différences flottent entre 4 et 72 centièmes de comma; mais les rapports synchroniques sont incommensurables et d'une complication excessive.

Au lieu d'affirmer sans preuve, et en quelque sorte sur sa parole d'honneur, que les tons entiers de la gamme sont égaux et que trois demi-tons mineurs valent deux demi-tons majeurs, Galin aurait pu avoir la fantaisie de déclarer que quatre demi-tons mineurs valent trois demi-tons majeurs. Cela aurait donné 9°,0833 pour le ton

entier et 5,1905 pour le demi-ton majeur (*a*). Opérant avec ces nombres comme nous venons de le faire pour la gamme de Galin, nous aurons le tableau suivant :

NOTES.		GAMME NATURELLE.	DIFFÉRENCES.
ut	0,0000	0,0000	0,0000
ut♯	3,8928	3,2861	0,6067
ré♭	5,1905	5,1953	— 0.0048
ré	9,0833	8,4814	0,6019
ré♯	12,9761	12,7675	0,2086
mi♭	14,2738	13,6767	0,5971
mi	18,1666	17,9628	0,2038
fa	23,3571	23,1581	0,1990
fa♯	27,2499	27,4442	— 0,1943
sol♭	28,5476	28,3534	0,1942
sol	32,4404	32,6395	— 0,1991
sol♯	36,3332	35,9256	0,4076
la♭	37,6309	37,8348	— 0,2039
la	41,5237	41,1209	0,4028
la♯	45,4165	45,4071	0,0094
si♭	46,7142	46,3162	0,3980
si	50,6070	50,6023	0,0047
2 *ut*	55,7976	55,7976	0,0000

Cette gamme diffère bien peu de la précédente, ses notes sont plus compliquées d'incommensurables, aucune des deux ne peut avoir la prétention de se substituer à la gamme naturelle.

Un autre inventeur de gamme peut venir affirmer que les tons en-

(*a*) En effet, de $d^4 = D^3$ et $d^5 D^7 = 2$, on tire : $dD = \sqrt[13]{2^7} = 9{,}0833$; $D = \sqrt[13]{2^4} = 5{,}1905$ et $d = \sqrt[13]{2^3} = 3{,}8928$.

tiers sont égaux et que 7 demi-tons mineurs font juste 5 demi-tons majeurs. Cela conduirait à 9°,0483 pour le ton entier et 5,2782 pour le demi-ton majeur (*a*), puis au tableau suivant :

NOTES.		GAMME NATURELLE.	DIFFÉRENCES.
ut	0,0000	0,0000	0,0000
ut#	3,7701	3,2861	0,4840
ré♭	5,2782	5,1953	0,0829
ré	9,0483	8,4814	0,5669
ré#	12,8184	12,7675	0,0509
mi♭	14,3265	13,6767	0,6598
mi	18,0966	17,9628	0,1338
fa	23,3748	23,1581	0,2167
fa#	27,1449	27,4442	— 0,2993
sol♭	28,6530	28,3534	0,2997
sol	32,4231	32,6395	— 0,2164
sol#	36,1932	35,9256	0,2676
la♭	37,7013	37,8348	— 0,1335
la	41,4714	41,1209	0,3505
la#	45,2415	45,4071	— 0,1656
si♭	46,7496	46,3162	0,4334
si	50,5197	50,6023	— 0,0826
2 *ut*	55,7976	55,7976	0,0000

Il est facile de multiplier ces exemples de gammes compliquées qui diffèrent peu de la véritable. La gamme naturelle a sur ces inventions capricieuses l'avantage d'être d'une extrême simplicité, comme tout ce qui est dans la nature, et d'être parfaitement confirmée dans

(*a*) En effet, de $d^7 = D^5$ et $d^5 D^7 = 2$, on tire : $d\,D = \sqrt[74]{2^{12}} = 9,0483$; $D = \sqrt[74]{2^7} = 5,2872$; $d = \sqrt[74]{2^5} = 3,7701$.

toutes ses parties constituantes par des expériences positives et irrécusables.

Je passe à la gamme des Pythagoriciens. Elle s'écarte de la gamme naturelle beaucoup plus que les précédentes ; elle est fausse, pour notre système d'harmonie, comme je l'ai prouvé par des expériences directes (a). Les tons y sont supposés égaux et majeurs $\frac{9}{8}$ ou $9^c,4814$, ce qui fait $47^c,4070$ pour les cinq, qui, retranchés de $55^c,7976$, donnent pour reste $8^c,3906$, dont la moitié $4^c,1953$ est la mesure du demi-ton majeur. Le rapport symbolique de ce demi-ton est $\frac{256}{243}$.

NOTES.	GAMME DES PYTHAGORICIENS.	GAMME NATURELLE.	DIFFÉRENCES.
ut	0,0000	0,0000	0,0000
ut#	5,2861	3,2861	2,0000
ré♭	4,1953	5,1953	— 1,0000
ré	9,4814	8,4814	1,0000
ré#	14,7675	12,7675	2,0000
mi♭	13,6767	13,6767	0,0000
mi	18,9628	17,9628	1,0000
fa	23,1581	23,1581	0,0000
fa#	28,4442	27,4442	1,0000
sol♭	27,3534	28,3534	— 1,0000
sol	32,6395	32,6395	0,0000
sol#	37,9256	35,9256	2,0000
la♭	36,8348	37,8348	— 1,0000
la	42,1209	41,1209	1,0000
la#	47,4070	45,4071	2,0000
si♭	46,3162	46,3162	0,0000
si	51,6023	50,6023	1,0000
2 *ut*	55,7976	55,7976	0,0000

(a) Mémoire *sur la corde vibrante*. Société de Lille. 1850.

On remarquera que :

1.° Les notes *mi*$_\flat$, *fa*, *sol*, *si*$_\flat$, sont identiques dans les deux gammes comparées.

2.° Les notes *ré*$_\flat$, *sol* , *la*$_\flat$, sont trop graves d'un comma.

3.° Les notes *ré*, *mi*, *fa*#, *la*, *si*, sont trop aiguës d'un comma.

4.° Les notes *ut*#, *ré*#, *sol*#, *la*#, sont trop aiguës de deux commas.

5.° Entre les notes qui diffèrent d'un ton, le dièse est plus aigu que le bémol de 1^c,0908.

La gamme suivante déduite des théories philosophiques de *Wronski* est présentée par M. Durutte (*a*) comme la seule vraie.

NOTES.		GAMME DE WRONSKI	GAMME NATURELLE.	DIFFÉRENCES.
ut	1	0,0000	0,0000	0,0000
ut#	$\frac{17}{16}$	4,8802	3,2861	1,5941
ré$_\flat$	$\frac{17}{16}$	4,8802	5,1953	— 0,3151
ré	$\frac{9}{8}$	9,4814	8,4814	1,0000
ré#	$\frac{85}{72}$	13,3616	12,7675	0,5941
mi$_\flat$	$\frac{85}{72}$	13,3616	13,6767	— 0,3151
mi	$\frac{5}{4}$	17,9628	17,9628	0,0000
fa	$\frac{4}{3}$	23,1581	23,1581	0,0000
fa#	$\frac{17}{12}$	28,0383	27,4442	0,5941
sol$_\flat$	$\frac{17}{12}$	28,0383	28,3534	— 0,3151
sol	$\frac{3}{2}$	32,6395	32,6395	0,0000
sol#	$\frac{51}{32}$	37,5197	35,9256	1,5941
la$_\flat$	$\frac{51}{32}$	37,5197	37,8348	— 0,3151
la	$\frac{27}{16}$	42,1209	41,1209	1,0000
la#	$\frac{85}{48}$	46,0012	45,4071	0,5941
si$_\flat$	$\frac{85}{48}$	46,0012	46,3162	— 0,3150
si	$\frac{17}{9}$	51,1964	50,6023	0,5941
2 *ut*	2	55,7976	55,7976	0,0000

(*a*) *Esthétique musicale*. 556 pages in-4.° 1855.

Cette gamme est fort irrégulière. On y remarque trois tons majeurs $\frac{9}{8}$ de 9^{c},4814, savoir *ut ré*, *fa sol*, *sol la*. Il y a un quatrième ton majeur *la si* de 9^{c},0755 dont le rapport synchronique $\frac{272}{243}$ est fort compliqué.

Il n'y a qu'un seul ton mineur, c'est celui $\frac{10}{9}$ de *ré* à *mi*.

Le demi-ton majeur $\frac{16}{15}$ du *mi* au *fa* n'est pas égal à celui $\frac{18}{17}$ de *si* à *2ut ;* ils diffèrent de 0^{c},5941.
Par suite les trois tierces majeures sont inégales. Il en est de même des tierces mineures, des quartes, des quintes, etc.

Cette gamme est tempérée puisqu'entre les notes qui diffèrent d'un ton le dièse se confond avec le bémol.

Dans la gamme des Arabes, supposée tempérée, l'intervalle d'octave est partagé en dix-sept parties égales.

NOTES.	GAMME DES ARABES.	GAMME NATURELLE.	DIFFÉRENCES.
ut	0,0000	0,0000	0,0000
ut♯	3,2822	3,2861	— 0,0039
ré♭	6,5644	5,1953	1,3691
ré	9,8466	8,4814	1,3652
ré♯	13,1289	12,7675	0,3614
mi♭	16,4111	13,6767	2,7344
mi	19,6933	17,9628	1,7305
fa	22,9755	23,1581	— 0,1826
fa♯	26,2577	27,4442	— 1,1865
sol♭	29,5399	28,3534	1,1865
sol	31,8221	32,6395	0,1826
sol♯	36,1043	35,9256	0,1787
la♭	39,3866	37,8348	1,5518
la	42,6688	41,1209	1,5479
la♯	45,9510	45,4071	0,5439
si♭	49,2332	46,3162	2,9170
si	52,5154	50,6023	1,9131
2 *ut*	55,7976	55,7976	0,0000

Une oreille exercée saisit une erreur d'un cinquième de comma faite sur une note comparée à une autre quand l'intervalle est l'un de ceux de la gamme. En faisant sonner l'*ut* puis le *mi*, on peut reconnaître l'erreur faite sur le *mi* s'il est trop aigu ou trop grave d'un cinquième de comma. L'erreur est manifeste, même pour une oreille peu exercée, quand elle s'élève à un comma entier. Ainsi le *mi* de la gamme des Pythagoriciens est manifestement trop aigu pour l'oreille du plus médiocre praticien. Le *mi* de la gamme des Arabes doit écorcher l'oreille des musiciens de l'Europe. Le *mi*♭ et le *si*♭ sont en erreur, sur les notes correspondantes de notre gamme, de plus d'un quart de ton majeur; ces différences, et d'autres encore, sont si grandes, que notre musique ne ressemble presque en rien à celle des Arabes; la quarte et la quinte sont à peu près identiques.

La gamme de M. Vignon (*a*) a de l'analogie avec celle des Arabes. L'octave est partagée, non pas en 17, mais en 29 intervalles égaux. Les tons sont égaux et composés de 5 intervalles; la distance du *mi* au *fa*, ou de *si* à 2*ut*, est de deux intervalles. Avec ces données j'ai calculé le tableau suivant où la gamme de M. Vignon, plus défectueuse que celle des Arabes, est comparée à la gamme naturelle.

(*a*) Voir le journal *La Science* des 6, 11, 18, 25 septembre, et 2, 5 et 12 octobre 1856.

N.os d'ordre.	NOTES.	GAMME DE M. VIGNON.	Gamme naturelle.	Différences.
0	ut	0,0000	0,0000	0,0000
1		1,9241		
2	ré♭	3,8481	5,1953	— 1,3472
3	ut♯	5,7722	3,2861	2,4861
4		7,6962		
5	ré	9,6203	8,4814	1,1389
6		11,5543		
7	mi♭	13,4684	13,6767	— 0,2083
8	ré♯	15,3924	12,7675	2,6249
9		17,3165		
10	mi	19,2406	17,9628	1,2778
11		21,1646		
12	fa	23,0887	23,1581	— 0,0694
13		25,0127		
14	sol♭	26,9368	28,3534	— 1,4166
15	fa♯	28,8608	27,4442	1,4166
16		30,7849		
17	sol	32,7090	32,6395	0,0695
18		34,6330		
19	la♭	36,5571	37,8348	— 1,2777
20	sol♯	38,4811	35,9254	2,5557
21		40,4052		
22	la	42,3292	41,1209	1,2083
23		44,2533		
24	si♭	46,1773	46,3162	— 0,1389
25	la♯	48,1014	45,4071	2,6943
26		50,0255		
27	si	51,9495	50,6023	1,3472
28		53,8736		
29	2 ut	55,7976	55,7976	0,0000

Dans le tableau présenté par M. Vignon, chaque note naturelle de sa gamme est accompagnée de deux notes armées de dièse ou de bémol, qui sont, selon lui, identiques avec cette note naturelle. De plus, les cases vides de mon tableau sont remplies dans le sien par des notes aussi armées de dièse ou de bémol, et qui doivent également être identiques. En comparant ces notes, on trouve généralement 8 commas de différence. Si donc la gamme de M. Vignon, si *la gamme du bon Dieu*, comme il l'appelle, est la véritable, il faut avouer que celle des physiciens est horriblement fausse, car elle conduit à des différences d'un ton sur des notes identiques.

M. Vignon a largement payé son tribut à l'usage : il a flagellé à bras raccourci les géomètres et les physiciens ; on sait qu'ils sont ignorants en musique. Voilà qui est assurément très-bien ; mais voici qui est fort mal : il ose dire que les musiciens ne sont pas assez savants. Tout espoir était donc perdu si par un bonheur tout providentiel il ne s'était trouvé un phénix à la fois assez profond mathématicien et assez grand musicien pour dissiper les ténèbres. On peut maintenant tirer l'échelle ; la lumière est faite, on la doit à M. Vignon.

On a pu voir, dans ce qui précède, que moi aussi j'ai inventé des gammes, qui même diffèrent peu de la véritable, condition que tout inventeur cherche à remplir. Afin que mon lecteur praticien puisse juger par lui-même de la vanité de ces conceptions arbitraires, illusoires, chimériques, je veux le mettre en possession d'un talisman qui lui donnera le pouvoir sans limites de procréer des gammes à volonté, mais il faut pour cela qu'il me permette de faire encore ici quelque peu de grimoire algébrique. Si ces calculs lui déplaisent, il peut les passer sans inconvénient et ne lire que la prose où seront consignés les résultats.

Soient T le ton majeur,
t le ton mineur,
D le demi-ton majeur,
d le plus grand des deux demi-tons mineurs,
δ le plus petit des deux demi-tons mineurs.

On aura, pour constituer la gamme, à remplir les conditions suivantes :

$$t^2\,T^3\,D^2 = 2;\quad d\,D = T;\quad \delta D = t;\quad t\,T = b;\quad t\,T^2\,D = c,$$

d'où l'on tire,

$$T = \frac{c^2}{2};\quad t = \frac{2b}{c^2};\quad D = \frac{2}{bc};\quad d = \frac{bc^3}{4};\quad \delta = \frac{b^2}{c}.$$

Or, des expériences précises prouvent que la tierce majeure $t\,T = b$, a pour valeur symbolique $b = \frac{5}{4}$, et que la valeur symbolique de la quinte $t\,T^2\,D = c$ est $c = \frac{3}{2}$. Avec ces nombres on trouve :

$$T = \frac{9}{8};\quad t = \frac{10}{9};\quad D = \frac{16}{15};\quad d = \frac{135}{128};\quad \delta = \frac{25}{24}.$$

Telle est la gamme naturelle exempte de toute falsification.

Nous allons maintenant l'altérer par diverses suppositions plus ou moins capricieuses.

Si l'on suppose $T = t = \frac{9}{8}$, les conditions ci-dessus se réduiront à

$$T^5\,D^2 = 2 \text{ et } T = \frac{9}{8}, \text{ d'où } D = \frac{256}{243}.$$

Ce sont précisément là les propriétés de *la gamme des Pythagoriciens.*

Si, pour être plus simple encore, en fait $t = T = D^2$, l'équation $t^2\,T^3\,D^2 = 2$ se réduira à $D^{12} = 2$ d'où $D = 2^{\frac{1}{12}}$ et $T = 2^{\frac{2}{12}}$, ce qui donne *la gamme du tempérament égal.*

Imposons-nous maintenant les conditions suivantes :

$$T^5\,D^2 = 2,\quad d\,D = T \quad \text{et} \quad d^m = D^n,$$

ce qui établit une relation arbitraire entre le demi-ton majeur et le demi-ton mineur. Cela conduit à

$$T = 2^{\frac{m+n}{7m+5n}}; \quad D = 2^{\frac{m}{7m+5n}}; \quad d = 2^{\frac{n}{7m+5n}}.$$

Passant aux logarithmes acoustiques et faisant, pour abréger,

log. $2 = 55{,}7976\ 3048 = a$, on aura :

$$\log T = \frac{m+n}{7m+5n} \times a; \quad \log D = \frac{m}{7m+5n} \times a;$$

$$\log. d = \frac{n}{7m+5n} \times a.$$

Si l'on suppose $m = n$, ces valeurs deviennent

$$\log.T = \frac{2}{12}.\ a; \quad \log.D = \frac{1}{12}.\ a; \quad \log.d = \frac{1}{12}.\ a$$

Ce qui reproduit de nouveau *la gamme du tempérament égal.*

Si l'on fait $m = 2$ avec $n = 1$, on a

$$\log.\ T = \frac{3}{19}.a = 8{,}8102; \ \log.D = \frac{2}{19}.a = 5{,}8734;$$

$$\log.d = \frac{1}{19}.a = 2{,}9367.$$

La gamme provenant de ces données contient cinq notes en erreur d'un comma. Elle est mauvaise. On arrive à une gamme encore plus mauvaise en faisant $m = 3$ avec $n = 1$.

Essayons la combinaison $m = 3$ avec $n = 2$, nous aurons :

$$\log.T = \frac{5}{31}.a; \ \log.D = \frac{3}{31}.a; \ \log.d = \frac{2}{31}.a.$$

Ce sont précisément les conditions de *la gamme de Galin.*

Avec $m = 4$ et $n = 3$ on reproduit la gamme développée à la page 48.

Faisons $m = 5$ avec $n = 3$, alors

$$\log. T = \frac{8}{50}.a = 8,9276\,; \quad \log. D = \frac{5}{50}.a = 5,5798\,;$$

$$\log. d = \frac{3}{50}.a = 3,3479,$$

d'où résulte le tableau suivant :

		Gamme naturelle.	Différences.
ut	0,0000	0,0000	0,0000
ut#	3,3478	3,2861	0,0617
ré♭	5,5798	5,1953	0,3845
ré	8,9276	8,4814	0,4462
ré#	12,2754	12,7675	— 0,4921
mi♭	14,5074	13,6767	0,8307
mi	17,8552	17,9628	— 0,1076
fa	23,4350	23,1581	0,2769
fa#	26,7828	27,4442	— 0,6614
sol♭	29,0148	28,3534	0,6614
sol	32,3626	32,6395	— 0,2769
sol#	35,7104	35,9256	— 0,2152
la♭	37,9424	37,8348	0,1076
la	41,2902	41,1209	0,1693
la#	44,6380	45,4071	— 0,7691
si♭	46,8700	46,3162	0,5537
si	50,2178	50,6023	— 0,3845
2 ut	55,7976	55,7976	0,0000

Cette gamme est assez remarquable ; les différences ne s'élèvent nulle part à un comma.

Faisons $m = 5$ avec $n = 4$; nous aurons

$$\log. T = \frac{9}{55}.a = 9{,}1305; \quad \log. D = \frac{5}{55}.a = 5{,}0725,$$

$$\log. d = \frac{4}{55}.a = 4{,}0580,$$

d'où résulte le tableau suivant :

		Gamme naturelle.	Différences.
ut	0,0000	0,0000	0,0000
ut#	4,0580	3,2861	0,7719
ré♭	5,0725	5,1953	— 0,1228
ré	9,1305	8,4814	0,6491
ré#	13,1885	12,7675	0,4210
mi♭	14,2030	13,6767	0,5263
mi	18,2610	17,9628	0,2982
fa	23,3335	23,1581	0,1754
fa#	27,3915	27,4442	— 0,0527
sol♭	28,4060	28,3534	0,0526
sol	32,4640	32,6395	— 0,1755
sol#	36,5220	35,9256	0,5964
la♭	37,5365	37,8348	— 0,2983
la	41,5945	41,1209	0,4736
la#	45,6525	45,4071	0,2554
si♭	46,6670	46,3162	0,3508
si	50,7250	50,6023	0,1227
2 ut	55,7976	55,7976	0,0000

Cette gamme est aussi bonne ou aussi mauvaise que la précédente.

Veut-on de nouvelles gammes ? Il n'y a qu'à augmenter m continuellement d'une unité et la combiner avec une valeur choisie de n. Plus les *nombres entiers* pour m et n grandiront, plus on aura de chances de rencontrer des couples conduisant à des gammes tolléra-

blement comparables à la gamme naturelle, sans jamais rencontrer celle-ci. Le lecteur, maintenant au courant de ce genre de calcul, fera bien de l'appliquer, comme exercice, aux couples suivants :

$m = 6$ avec $n = 5$	$m = 8$ avec $n = 4$	$m = 10$ avec $n = 6$
$m = 7$ $n = 4$	$m = 8$ $n = 5$	$m = 10$ $n = 7$
$m = 7$ $n = 5$	$m = 8$ $n = 6$	....
$m = 7$ $n = 6$	$m = 9$ $n = 6$	$m = 11$ $n = 7$
etc.	etc.	

Le couple $m = 7$, $n = 5$ reproduit la gamme de la page 49.

Le couple $m = 9$, $n = 6$ reproduit la gamme de Galin.

Le couple $m = 11$, $n = 7$ conduit à la gamme suivante :

		Gamme naturelle.	Différences.
ut	0,0000	0,0000	0,0000
ut#	3,4874	3,2861	0,2013
ré$_\flat$	5,4801	5,1953	0,2848
ré	8,9675	8,4814	0,4861
ré#	12,4549	12,7675	— 0,3126
mi$_\flat$	14,4476	13,6767	0,7709
mi	17,9350	17,9628	— 0,0278
fa	23,4151	23,1581	0,2570
fa#	26,9021	27,4442	— 0,5417
sol$_\flat$	28,8952	28,3534	0,5418
sol	32,3826	32,6395	— 0,2569
sol#	35,8700	35,9256	— 0,0556
la$_\flat$	37,8627	37,8348	0,0279
la	41,3501	41,1209	0,2292
la#	44,8375	45,4071	— 0,5696
si$_\flat$	46,8302	46,3162	0,5140
si	50,3176	50,6023	— 0,2847
2 ut	55,7976	55,7976	0,0000

Il n'y a nulle part la différence d'un comma entre les notes des deux gammes comparées. En continuant de prendre pour m et n des nombres entiers plus grands, on rencontrera des gammes qui approcheront encore plus que celle-ci de la gamme naturelle.

Jusqu'ici nous avons supposé une relation $d^m = D^n$ entre le demi-ton majeur D et le demi-ton mineur d, et nous avons vu qu'en choisissant pour m et n certains nombres entiers, on pouvait créer une foule de gammès qui se rapprochent plus ou moins de la gamme naturelle. Au lieu de cette relation entre les deux demi-tons on peut en supposer une entre le ton entier T et le demi-ton D. On peut, avec $T^5 D^2 = 2$, supposer que $D^m = T^n$. Alors, en donnant à m et n des valeurs choisies, en nombres entiers, on aura une nouvelle mine d'où l'on pourra extraire autant de gammes qu'on voudra.

Des deux conditions $T^5 D^2 = 2$ et $D^m = T^n$ on tire :

$$\log T = \frac{m}{5m + 2n}.a, \quad \log. D = \frac{n}{5m + 2n}.a.$$

Faisons d'abord $m = 2$ avec $n = 1$, alors $\log. T = \frac{2}{12}\ a$, et $\log. D = \frac{1}{12}\ a$. Ce sont encore les éléments de *la gamme du tempérament égal.*

Si l'on fait $m = 3$ avec $n = 1$, on trouve

$$\log.T = \frac{3}{17}.a \quad \text{et} \quad \log.D = \frac{1}{17}.a$$

C'est *la gamme tempérée des Arabes.*

Si l'on fait $m = 5$ avec $n = 2$, on trouve

$$\log.T = \frac{5}{29}.a \quad \text{et} \quad \log.D = \frac{2}{29}.a.$$

On tombe ainsi sur *la gamme du bon Dieu,* procréée par M. Vignon.

Faisons $m = 5$ avec $n = 3$ nous aurons le gamme de Galin.

$m = 7$ $n = 4$. . . . . de la page 48.
$m = 12$ $n = 7$. . . . . de la page 49.
$m = 8$ $n = 5$. . . . . de la page 58.
$m = 9$ $n = 2$. . . . . de la page 59.

Si l'on fait $m = 19$ avec $n = 11$, d'où $T = \frac{19}{117} \times a$ et $D = \frac{11}{117} \times a$; ou bien, si l'on fait $m = 19$ avec $n = 12$, d'où $T = \frac{19}{119} \times a$ et $D = \frac{12}{119} \times a$; etc. etc., on aura des gammes très voisines de la gamme naturelle.

En établissant d'autres relations entre les élémens T, t, D, d, de la gamme naturelle on ouvrirait de nouvelles mines à exploiter.

Il n'y a pas de raison pour s'arrêter en si beau chemin.

NOTE.

Dans le « Traité de la musique théorique et pratique » publié en 1639 par le « R. P. Antoine Parran de la compagnie de Jésus » on trouve le « Dénombrement des Consonances, et Dissonances, avec leurs nom- » bres et proportions. » Ces valeurs symboliques des notes de la gamme sont conformes à celles que j'ai employées dans le texte, et qui sont justifiées par des expériences précises. Parran insiste particulièrement sur le ton mineur $\frac{10}{9}$ de *ut* à *ré*. Il dit, page 16 :

« Voyons maintenant en pratique où se retrouvent les semitons » majeurs, et mineurs ; la tierce majeure et mineure nous donnent » entièrement, et asseurément la cognoissance de ce point de difficulté: » car la tierce majeure est composée du ton majeur, et du ton mi- » neur : la tierce mineure du ton majeur, et du semi-ton majeur : » donques si nous disons *ut ré mi fa, ut ré*, ne peut être que le ton » mineur : et *ré mi*, le ton majeur, puis que *ut mi*, c'est la tierce » majeure composée du ton mineur, et du ton majeur : et *ré fa*, la » tierce mineure composée du ton majeur, et du semi-ton majeur. »

Et ailleurs : « comma c'est l'excez du Ton majeur sur le mineur, » comme de 80 à 81. »

A la page 8, l'auteur donne, d'après Aristote, cette singulière définition du son : « Le son est une fraction d'air par l'impétuosité de » la chose qui frappe à la chose frappée. » Le mot *fraction* doit sans doute être pris ici dans le sens d'ébranlement, de trémoussement, plutôt que dans le sens de division.

On lit à la page 30 :

.... » Je ferois volontiers cette question si je ne craignois pro- » lixité : pourquoi pinsant la chorde d'un instrument bien résonant, » on entend sonner contre les autres chordes sans les toucher, tantost » une Octave, tantost une Quinte, ou une Douzième, selon la

» disposition, tempérement, et ordonnance des chordes montées et
» accordées diversement? »

» Quelques uns attribuent cet effet à la sympathie, et antipathie
» des sons, et des chordes : en un mot je dis avec Keplerus, que
» l'espèce du son, voire le son mesme s'éspendant en l'air, frappe
» et s'arreste à ce qui luy est propre; savoir est à l'octave, comme à
» la première, et plus parfaite des Consonances : et aussi par fois à
» la Douzième, mais rarement, n'estoit que l'instrument fut gran-
» dement délié, et extraordinairement résonant. »

Parran a précédé de 38 ans le P. Souhaitty, dans la notation par chiffres des notes de la gamme. Au chapitre III, page 74, on lit :

« Pratique de la composition par nombres Arithmétiques.

» La composition qui se fait par nombres Arithmétiques, est plus
» aysée que la précédente, qu'ainsi ne soit. Voyez en l'expérience. »

» Pour signifier et exprimer en chaque partie, *ut*, *ré*, *mi*, *fa*,
» *sol*, *la*, nous mettons 1, 2, 3, 4, 5, 6 : et pour monter plus
» haut adjouterons 7 et puis 8. »

L'auteur donne en chiffres divers petits motets à 4 parties. A la page 77 il met les chiffres sur la portée à la place des notes qu'ils représentent. Il donne en chiffres une « table des accords synonymes. »

---

ut	1	0,0000 0000
ré	$\frac{10}{9}$	8,4814 1244
mi	$\frac{5}{4}$	17,9628 2488
fa	$\frac{4}{3}$	23,1581 0902
sol	$\frac{3}{2}$	32,6395 2146
la	$\frac{5}{3}$	41,1209 3390
si	$\frac{15}{8}$	50,6023 4634
ut$^{\#}$	$\frac{10}{9} \cdot \frac{15}{16} = \frac{25}{24}$	3,2861 2830
ut$^{2\#}$	$\frac{5}{4} \cdot \left(\frac{15}{16}\right)^2$	7,5722 5660
ut$^{3\#}$	$\frac{3}{2} \cdot \left(\frac{15}{16}\right)^4$	11,8583 8490
ut$^{4\#}$	$\frac{5}{3} \cdot \left(\frac{15}{16}\right)^5$	15,1445 1320
ut$^{5\#}$	$\frac{15}{8} \cdot \left(\frac{15}{16}\right)^6$	19,4306 4150
ut$^{6\#}$	$2 \cdot \frac{10}{9} \cdot \left(\frac{15}{16}\right)^8$	22,7167 6980
ré$^{\#}$	$\frac{5}{4} \cdot \frac{15}{16} = \frac{75}{64}$	12,7675 4074
ré$^{2\#}$	$\frac{3}{2} \cdot \left(\frac{15}{16}\right)^3$	17,0536 6904
ré$^{3\#}$	$\frac{5}{3} \cdot \left(\frac{15}{16}\right)^4$	20,3397 9734
ré$^{4\#}$	$\frac{15}{8} \cdot \left(\frac{15}{16}\right)^5$	24,6259 2564
ré$^{5\#}$	$2 \cdot \frac{10}{9} \cdot \left(\frac{15}{16}\right)^7$	27,9120 5394
ré$^{6\#}$	$2 \cdot \frac{5}{4} \cdot \left(\frac{15}{16}\right)^8$	32,1981 8224
mi$^{\#}$	$\frac{3}{2} \cdot \left(\frac{15}{16}\right)^2 = \frac{675}{512}$	22,2489 5318
mi^{2}	$\frac{5}{3} \cdot \left(\frac{15}{16}\right)^3$	25,5350 8148
mi$^{3\#}$	$\frac{15}{8} \cdot \left(\frac{15}{16}\right)^4$	29,8212 0978
mi$^{4\#}$	$2 \cdot \frac{10}{9} \cdot \left(\frac{45}{16}\right)^6$	33,1073 3808
mi$^{5\#}$	$2 \cdot \frac{5}{4} \cdot \left(\frac{15}{16}\right)^7$	37,3934 6638
mi$^{6\#}$	$2 \cdot \frac{3}{2} \cdot \left(\frac{15}{16}\right)^9$	41,6795 9468

fa$^{\#}$	$\frac{3}{2}\cdot\left(\frac{15}{16}\right) = \frac{45}{32}$	27,4442 3732
fa$^{2\#}$	$\frac{5}{3}\cdot\left(\frac{}{16}\right)^2$	30,7303 6562
fa$^{3\#}$	$\frac{15}{8}\cdot\left(\frac{15}{16}\right)^3$	35,0164 9392
fa$^{4\#}$	$2.\frac{10}{9}\cdot\left(\frac{15}{16}\right)^5$	38,3026 2222
fa$^{5\#}$	$2.\frac{5}{4}\cdot\left(\frac{15}{16}\right)^6$	42,5887 0052
fa$^{6\#}$	$2.\frac{3}{2}\cdot\left(\frac{15}{16}\right)^8$	46,8748 7882
sol$^{\#}$	$\frac{5}{3}\cdot\left(\frac{15}{16}\right) = \frac{25}{16}$	35,9256 4976
sol$^{2\#}$	$\frac{15}{8}\cdot\left(\frac{15}{16}\right)^2$	40,2117 7806
sol$^{3\#}$	$2.\frac{10}{9}\cdot\left(\frac{15}{16}\right)^4$	43,4979 0636
sol$^{4\#}$	$2.\frac{5}{4}\cdot\left(\frac{15}{16}\right)^5$	47,7840 3466
sol$^{5\#}$	$2.\frac{3}{2}\cdot\left(\frac{15}{16}\right)^7$	52,0701 6296
sol$^{6\#}$	$2.\frac{5}{3}\cdot\left(\frac{15}{16}\right)^8$	55,3562 9126
la$^{\#}$	$\frac{15}{8}\cdot\left(\frac{15}{16}\right) = \frac{225}{128}$	45,4070 6220
la$^{2\#}$	$2.\frac{10}{9}\cdot\left(\frac{15}{6}\right)^3$	48,6931 9050
la$^{3\#}$	$2.\frac{5}{4}\cdot\left(\frac{15}{16}\right)^4$	52,9798 1880
la$^{4\#}$	$2.\frac{3}{2}\cdot\left(\frac{15}{16}\right)^6$	57,2654 4710
la$^{5\#}$	$2.\frac{5}{3}\cdot\left(\frac{15}{16}\right)^7$	60,5515 7540
la$^{6\#}$	$2.\frac{15}{8}\cdot\left(\frac{15}{16}\right)^8$	64,8377 0370
si$^{\#}$	$2.\frac{10}{9}\cdot\left(\frac{15}{16}\right)^2 = \frac{125}{64}$	53,8884 7464
si$^{2\#}$	$2.\frac{5}{4}\cdot\left(\frac{15}{16}\right)^3$	58,1746 0294
si$^{3\#}$	$2.\frac{3}{2}\cdot\left(\frac{15}{16}\right)^5$	62,4607 3124
si$^{4\#}$	$2.\frac{5}{3}\cdot\left(\frac{15}{16}\right)^6$	65,7468 5954
si$^{5\#}$	$2.\frac{15}{8}\cdot\left(\frac{15}{16}\right)^7$	70,0329 8784
si$^{6\#}$	$4.\frac{10}{9}\cdot\left(\frac{15}{16}\right)^9$	73,3191 1614

2 ut	$2 . 1$	55,7976 3048
2 ré	$2 . \frac{10}{9}$	64,2790 4292
2 mi	$2 . \frac{5}{4}$	73,7604 5536
2 fa	$2 . \frac{4}{3}$	78,9557 3951
2 sol	$2 . \frac{3}{2}$	88,4371 5195
2 la	$2 . \frac{5}{3}$	96,9185 6439
2 si	$2 . \frac{15}{8}$	106,3999 7683
2 $ut_{\flat}$	$\frac{5}{3} . \left(\frac{16}{15}\right)^2 = \frac{256}{135}$	51,5115 0218
2 $ut_{2\flat}$	$\frac{3}{2} . \left(\frac{16}{15}\right)^3$	48,2253 7388
2 $ut_{3\flat}$	$\frac{4}{3} . \left(\frac{16}{15}\right)^4$	43,9392 4558
2 $ut_{4\flat}$	$\frac{10}{9} . \left(\frac{16}{15}\right)^6$	39,6531 1728
2 $ut_{5\flat}$	$1 . \left(\frac{16}{15}\right)^7$	36,3669 8899
2 $ut_{6\flat}$	$\frac{1}{2} . \frac{5}{3} . \left(\frac{16}{15}\right)^9$	32,0808 6069
$ré_{\flat}$	$1 . \left(\frac{16}{15}\right) = \frac{16}{15}$	5,1952 8414
$ré_{2\flat}$	$\frac{1}{2} . \frac{5}{3} . \left(\frac{16}{15}\right)^2$	0,9091 5588
2 $ré_{3\flat}$	$\frac{3}{2} . \left(\frac{16}{15}\right)^4$	53,4206 5803
2 $ré_{4\flat}$	$\frac{4}{3} . \left(\frac{16}{15}\right)^5$	49,1345 2973
2 $ré_{5\flat}$	$\frac{10}{9} . \left(\frac{16}{15}\right)^7$	44,8484 0143
2 $ré_{6\flat}$	$1 . \left(\frac{16}{15}\right)^8$	41,5622 7313
$mi_{\flat}$	$\frac{10}{9} . \left(\frac{16}{15}\right) = \frac{32}{27}$	13,6766 9658
$mi_{2\flat}$	$1 . \left(\frac{16}{15}\right)^2$	10,3905 6828
$mi_{3\flat}$	$\frac{1}{2} . \frac{5}{3} . \left(\frac{16}{15}\right)^4$	6,1044 3998
$mi_{4\flat}$	$\frac{1}{2} . \frac{3}{2} . \left(\frac{16}{15}\right)^5$	2,8183 1168
2 $mi_{5\flat}$	$\frac{4}{3} . \left(\frac{16}{15}\right)^6$	54,3298 1387
2 mi	$\frac{10}{9} . \left(\frac{16}{15}\right)^8$	50,0436 8557

$fa_{\flat}$	$\frac{10}{9}\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^2=\frac{512}{405}$	18,8719 8072
$fa_{2\flat}$	$1\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^3$	15,5858 5242
$fa_{3\flat}$	$\frac{1}{2}\cdot\frac{5}{3}\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^5$	11,2997 2412
$fa_{4\flat}$	$\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{2}\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^6$	8,0135 9582
$fa_{5\flat}$	$\frac{1}{2}\cdot\frac{4}{3}\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^7$	3,7274 6752
$2.fa_{6\flat}$	$\frac{1}{2}\cdot\frac{10}{9}\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^9$	55,2389 6971
$sol_{\flat}$	$\frac{4}{3}\cdot\left(\frac{16}{15}\right)=\frac{64}{45}$	28,3533 9316
$sol_{2\flat}$	$\frac{10}{9}\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^3$	24,0672 6486
$sol_{3\flat}$	$1\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^4$	20,7811 3656
$sol_{4\flat}$	$\frac{1}{2}\cdot\frac{5}{3}\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^6$	16,4950 0826
$sol_{5\flat}$	$\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{2}\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^7$	13,2088 7996
$sol_{6\flat}$	$\frac{1}{2}\cdot\frac{4}{3}\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^8$	8,9227 5166
$la_{\flat}$	$\frac{3}{2}\cdot\left(\frac{16}{15}\right)=\frac{8}{5}$	37,8348 0560
$la_{2\flat}$	$\frac{4}{3}\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^2$	33,5486 7730
$la_{3\flat}$	$\frac{10}{9}\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^4$	29,2625 4900
$la_{4\flat}$	$1\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^5$	25,9764 2070
$la_{5\flat}$	$\frac{1}{2}\cdot\frac{5}{3}\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^7$	21,6902 9240
$la_{6\flat}$	$\frac{1}{2}\cdot\frac{3}{2}\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^8$	18,4041 6410
$si_{\flat}$	$\frac{5}{3}\cdot\left(\frac{16}{15}\right)=\frac{16}{9}$	46,3162 1804
$si_{2\flat}$	$\frac{3}{2}\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^2$	43,0300 8974
$si_{3\flat}$	$\frac{4}{3}\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^3$	38,7439 6144
$si_{4\flat}$	$\frac{10}{9}\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^5$	34,4578 3314
$si_{5\flat}$	$1\cdot\left(\frac{16}{15}\right)^6$	31,1717 0484
$si_{6\flat}$	$\frac{1}{2}\cdot\frac{5}{3}\cdot\left(\frac{16}{5}\right)^8$	26,8855 7654

N.	LOGARITHMES.	N.	LOGARITHMES.	N.	LOGARITHMES.
1	0,0000 0000	41	298,9387 0705	81	353,7486 0779
2	55,7976 3048	42	300,8785 3501	82	354,7363 3754
3	88,4371 5195	43	302,7727 1569	83	355,7120 9451
4	111,5952 6097	44	304,6233 4811	84	356,6761 6549
5	129,5580 8586	45	306,4323 8374	85	357,6288 2708
6	144,2347 8243	46	308,2016 6898	86	358,5703 4618
7	156,6437 5258	47	309,9328 9624	87	359,5009 8041
8	167,3928 9145	48	311,6276 7388	88	360,4209 7859
9	176,8743 0389	49	313,2875 0516	89	361,3305 8109
10	185,3557 1633	50	314,9138 0218	90	362,2300 2023
11	193,0280 8714	51	316,5078 9318	91	363,1195 2060
12	200,0324 1291	52	318,0710 2899	92	363,9992 9946
13	206,4757 6802	53	319,6043 8897	93	364,8695 6702
14	212,4413 8306	54	321,1090 8632	94	365,7305 2672
15	217,9952 3780	55	322,5861 7299	95	366,5823 7557
16	223,1905 2194	56	324,0366 4403	96	367,4253 0437
17	228,0707 4123	57	325,4614 4166	97	368,2594 9800
18	232,6719 3438	58	326,8614 5895	98	369,0851 3564
19	237,0242 8972	59	328,2375 4314	99	369,9023 9103
20	241,1533 4682	60	329,5904 9876	100	370,7114 3267
21	245,0809 0452	61	330,9210 9046	101	371,5124 2400
22	248,8257 1763	62	332,2300 4556	102	372,3055 2366
23	252,4040 3850	63	333,5180 5647	103	373,0908 8565
24	255,8300 4340	64	334,7857 8290	104	373,8686 5947
25	259,1161 7170	65	336,0338 5387	105	374,6389 9087
26	262,2733 9851	66	337,2628 6957	106	375,4020 1945
27	265,3114 5584	67	338,4734 0313	107	376,1578 8383
28	268,2390 1355	68	339,6660 0220	108	376,9067 1681
29	271,0638 2846	69	340,8411 9044	109	377,6486 4800
30	273,7928 6828	70	341,9994 6891	110	378,3838 0347
31	276,4324 1507	71	343,1413 1734	111	379,1123 0586
32	278,9881 5242	72	344,2671 9535	112	379,8342 7451
33	281,4652 3909	73	345,3775 4350	113	380,5498 2558
34	283,8683 7172	74	346,4727 8440	114	381,2590 7214
35	286,2068 3843	75	347,5533 2364	115	381,9621 2434
36	288,4695 6486	76	348,6195 5069	116	382,6590 8943
37	290,6751 5392	77	349,6718 3972	117	383,3500 7191
38	292,8219 2020	78	350,7105 5045	118	384,0351 7362
39	294,9129 1997	79	351,7360 2884	119	384,7144 9381
40	296,9509 7730	80	352,7486 0779	120	385,3881 2925

N.	LOGARITHMES.		N.	LOGARITHMES.		N.	LOGARITHMES.	
121	386,0561	7428	161	409,0477	9107	201	426,9105	5508
122	386,7187	2094	162	409,5462	3827	202	427,3100	5448
123	387,3758	5900	163	410,0416	1808	203	427,7075	8104
124	388,0276	7604	164	410,5339	6802	204	428,1031	5415
125	388,6742	5755	165	411,0233	2494	205	428,4967	9290
126	389,3156	8696	166	411,5097	2500	206	428,8885	1613
127	389,9520	4572	167	411,9932	0372	207	429,2783	4239
128	390,5834	1339	168	412,4737	9598	208	429,6662	8996
129	391,2098	6764	169	412,9515	3604	209	430,0523	7686
130	391,8314	8435	170	413,4264	5757	210	430,4366	2086
131	392,4483	3768	171	413,8985	9361	211	430,8190	3946
132	393,0605	0006	172	414,3679	7666	212	431,1996	4994
133	393,6680	4230	173	414,8346	3863	213	431,5784	6929
134	394,2710	3362	174	415,2986	1090	214	431,9555	1431
135	394,8695	4169	175	415,7599	2428	215	432,3308	0154
136	395,4636	3269	176	416,2186	0908	216	432,7043	4729
137	396,0533	7133	177	416,6746	9508	217	433,0761	6765
138	396,6388	2093	178	417,1282	1158	218	433,4462	7849
139	397,2200	4341	179	417,5791	8735	219	433,8146	9544
140	397,7970	9940	180	418,0276	5071	220	434,1814	3396
141	398,3700	4818	181	418,4736	2950	221	434,5465	0926
142	398,9389	4783	182	418,9171	5108	222	434,9099	3635
143	399,5038	5516	183	419,3582	4241	223	435,2717	3005
144	400,0648	2583	184	419,7969	2995	224	435,6319	0500
145	400,6219	1431	185	420,2332	3976	225	435,9904	7559
146	401,1751	7398	186	420,6671	9750	226	436,3474	5606
147	401,7246	5710	187	421,0988	2837	227	436,7028	6046
148	402,2704	1489	188	421,5281	5720	228	437,0567	0263
149	402,8124	9751	189	421,9552	0842	229	437,4089	9626
150	403,3509	5413	190	422,3800	0605	230	437,7597	5483
151	403,8858	3294	191	422,8025	7377	231	438,1089	9167
152	404,4171	8117	192	423,2229	3485	232	438,4567	1992
153	404,9450	4513	193	423,6411	1223	233	438,8029	5256
154	405,4694	7020	194	424,0571	2848	234	439,1477	0240
155	405,9905	0092	195	424,4710	0582	235	439,4909	8209
156	406,5081	8093	196	424,8827	6613	236	439,8328	0410
157	407,0225	5307	197	425,2924	3095	237	440,1731	8079
158	407,5336	5932	198	425,7000	2152	238	440,5121	2430
159	408,0415	4091	199	426,1055	5872	239	440,8496	4666
160	408,5462	3827	200	426,5090	6315	240	441,1857	5973

N.	LOGARITHMES.	N.	LOGARITHMES.	N.	LOGARITHMES.
241	441,5204 7524	281	453,8817 1402	321	464,5950 3577
242	441,8538 0477	282	454,1676 7867	322	464,8454 2156
243	442,1857 5973	283	454,4526 3105	323	465,0950 3095
244	442,5163 5143	284	454,7365 7831	324	465,3438 6875
245	442,8455 9101	285	455,0195 2751	325	465,5919 3972
246	443,1734 8948	286	455,3014 8565	326	465,8392 4856
247	443,5000 5774	287	455,5824 5963	327	466,0857 9995
248	443,8253 0652	288	455,8624 5631	328	466,3315 9850
249	444,1492 4646	289	456,1414 8247	329	466,5766 4882
250	444,4718 8803	290	456,4195 4480	330	466,8209 5542
251	444,7932 4161	291	456,6966 4994	331	467,0645 2282
252	445,1133 1744	292	456,9728 0447	332	467,3073 5548
253	445,4321 2564	293	457,2480 1487	333	467,5494 5781
254	445,7496 7621	294	457,5222 8759	334	467,7908 3420
255	446,0659 7903	295	457,7956 2899	335	468,0314 8898
256	446,3810 4387	296	458,0680 4537	336	468,2714 2646
257	446,6948 8039	297	458,3395 4298	337	468,5106 5076
258	447,0074 9812	298	458,6101 2799	338	468,7491 6653
259	447,3189 0650	299	458,8798 0652	339	468,9869 7753
260	447,6291 1484	300	459,1485 8461	340	469,2240 8805
261	447,9381 3236	301	459,4164 6827	341	469,4605 0221
262	448,2459 6816	302	459,6834 6342	342	469,6962 2409
263	448,5526 3126	303	459,9495 7595	343	469,9312 5774
264	448,8581 3054	304	460,2148 1165	344	470,1656 0714
265	449,1624 7482	305	460,4791 7631	345	470,3992 7629
266	449,4656 7278	306	460,7426 7561	346	470,6322 6912
267	449,7677 3304	307	461,0053 1521	347	470,8645 8952
268	450,0686 6410	308	461,2671 0069	348	471,0962 4138
269	450,3684 7437	309	461,5280 3759	349	471,3272 2852
270	450,6671 7217	310	461,7881 3141	350	471,5575 5476
271	450,9647 6573	311	462,0473 8755	351	471,7872 2386
272	451,2612 6317	312	462,3058 1142	352	472,0162 3956
273	451,5566 7255	313	462,5634 0833	353	472,2446 0557
274	451,8510 0181	314	462,8201 8355	354	472,4723 2557
275	452,1442 5884	315	463,0761 4232	355	472,6994 0319
276	452,4364 5141	316	463,3312 8981	256	472,9258 4206
277	452,7275 8722	317	463,5856 3114	357	473,1516 4576
278	453,0176 7390	318	463,8391 7140	358	473,3768 1783
279	453,3067 1897	319	464,0919 1561	359	473,6013 6181
280	453,5947 2988	320	464,3438 6875	360	473,8252 8119

N.	LOGARITHMES.	N.	LOGARITHMES.	N.	LOGARITHMES.
361	474,0485 7944	401	482,5076 8991	441	490,1618 0905
362	474,2712 5998	402	482,7081 8556	442	490,3441 3974
363	474,4933 2623	403	482,9081 8309	443	490,5260 5838
364	474,7147 8157	404	483,1076 8497	444	490,7075 6683
365	474,9356 2935	405	483,3066 9363	445	490,8886 6694
366	475,1558 7289	406	483,5052 1153	446	491,0693 6054
367	475,3755 1649	407	483,7032 4106	447	491,2496 4945
368	475,5945 6043	408	483,9007 8463	448	491,4295 3548
369	475,8130 1095	409	484,0978 4462	449	491,6090 2043
370	476,0308 7025	410	484,2944 2339	450	491,7881 0608
371	476,2481 4054	411	484,4905 2327	451	491,9667 9419
372	476,4648 2799	412	484,6861 4662	452	492,1450 8655
373	476,6809 3272	413	484,8812 9572	453	492,3229 8489
374	476,8964 5886	414	485,0759 7287	454	492,5004 9094
375	477,1114 0949	415	485,2701 8036	455	492,6776 0645
376	477,3257 8769	416	485,4639 2044	456	492,8543 3312
377	477,5395 9649	417	485,6571 9536	457	493,0306 7265
378	477,7528 3890	418	485,8500 0734	458	493,2066 2674
379	477,9655 1793	419	486,0423 5861	459	493,3821 9707
380	478,1776 3654	420	486,2392 5134	460	493,5573 8531
381	478,3891 9767	421	486,4256 8773	461	493,7321 9312
382	478,6002 0425	422	486,6166 6995	462	493,9066 2215
383	478,8106 5918	423	486,8072 0013	463	494,0806 7403
384	479,0205 6534	424	486,9972 8042	464	494,2543 5040
385	479,2299 2557	425	487,1869 1293	465	494,4276 5287
386	479,4387 4272	426	487,3760 9977	466	494,6005 8304
387	479,6470 1958	427	487,5648 4304	467	494,7731 4252
388	479,8547 5896	428	487,7531 4480	468	494,9458 3288
389	480,0619 6362	429	487,9410 0711	469	495,1171 5571
390	480,2685 3630	430	488,1284 3202	470	495,2886 1257
391	480,4747 7973	431	488,3154 2157	471	495,4597 0501
392	480,6803 9661	432	488,5019 7777	472	495,6304 3459
393	480,8854 8962	433	488,6881 0263	473	495,8008 0283
394	481,0900 6144	434	488,8737 9814	474	495,9708 1127
395	481,2941 1469	435	489,0590 6626	475	496,1404 6142
396	481,4976 5200	436	489,2439 0897	476	496,3097 5478
397	481,7006 7598	437	489,4283 2822	477	496,4786 9286
398	481,9031 8921	438	489,6123 2593	478	496,6472 7714
399	482,1051 9424	439	489,7959 0403	479	496,8155 0910
400	482,3066 9363	440	489,9790 6444	480	496,9833 9022

N.	LOGARITHMES.	N.	LOGARITHMES.	N.	LOGARITHMES.
481	497,1509 2194	521	503,5814 0236	561	509,5359 8932
482	497,3181 0573	522	503,7357 6284	562	509,6793 4450
483	497,4849 4302	523	503,8898 2789	563	509,8224 5381
484	497,6514 3525	524	504,0435 9865	564	509,9653 0915
485	497,8175 8384	525	504,1970 7622	565	510,1079 1143
486	497,9833 9022	526	504,3502 6174	566	510,2502 6154
487	498,1488 5577	527	504,5031 5631	567	510,3923 6036
488	498,3139 8191	528	504,6557 6102	568	510,5342 0880
489	498,4787 7002	529	504,8080 7699	569	510,6758 0772
490	498,6432 2149	530	504,9601 0530	570	510,8171 5800
491	498,8073 3768	531	505,1118 4703	571	510,9582 6051
492	498,9711 1997	532	505,2633 0326	572	511,0991 1613
493	499,1345 6970	533	505,4144 7507	573	511,2397 2571
494	499,2976 8822	534	505,5653 6352	574	511,3800 9012
495	499,4604 7688	535	505,7159 6968	575	511,5202 1019
496	499,6229 3701	536	505,8662 9458	576	511,6600 8680
497	499,7850 6992	537	506,0163 3930	577	511,7997 2077
498	499,9468 7694	538	506,1651 0486	578	511,9391 1295
499	500,1083 5937	539	506,3155 9230	579	512,0782 6418
500	500,2695 1852	540	506,4648 0266	580	512,2171 7528
501	500,4303 5566	541	506,6137 3695	581	512,3558 4709
502	500,5908 7209	542	506,7623 9621	582	512,4942 8043
503	500,7510 6909	543	506,9107 8144	583	512,6324 7611
504	500,9109 4792	544	507,0588 9365	584	512,7704 3495
505	501,0701 0985	545	507,2067 3385	585	512,9081 5776
506	501,2297 5612	546	507,3543 0303	586	513,0456 4585
507	501,3886 8799	547	507,5016 0218	587	513,1828 9852
508	501,5453 0669	548	507,6486 3230	588	513,3199 1807
509	501,7056 1346	549	507,7953 9435	589	513,4567 0479
510	501,8636 0951	550	507,9418 8932	590	513,5932 5947
511	502,0212 9608	551	508,0881 1818	591	513,7295 8290
512	502,1786 7436	552	508,2340 8189	592	513,8656 7586
513	502,3357 4556	553	508,3797 8142	593	514,0015 3912
514	502,4925 1087	554	508,5252 1771	594	514,1371 7346
515	502,6489 7150	555	508,6703 9171	595	514,2725 7966
516	502,8051 2861	556	508,8153 0438	596	514,4077 5848
517	502,9609 8338	557	508,9599 5665	597	514,5427 1067
518	503,1165 3698	558	509,1043 4945	598	514,6774 3700
519	503,2717 9058	559	509,2484 8871	599	514,8119 3823
520	503,4267 4532	560	509,3923 6086	600	514,9462 1610

N.	LOGARITHMES.	N.	LOGARITHMES.	N.	LOGARITHMES.
601	515,0802 6836	641	520,2671 8071	681	525,1400 1241
602	515,2140 9875	642	520,3926 6626	682	525,2581 3270
603	515,3477 0703	643	520,5179 5650	683	525,3760 7992
604	515,4810 9391	644	520,6430 5204	684	525,4938 5458
605	515,6142 6013	645	520,7679 5349	685	525,6114 5718
606	515,7472 0643	646	520,8926 6144	686	525,7288 8822
607	515,8799 3352	647	521,0171 7649	687	525,8461 4820
608	516,0124 4214	648	521,1414 9924	688	525,9632 3763
609	516,1447 3299	649	521,2656 3028	689	526,0801 5699
610	516,2768 0679	650	521,3895 7020	690	526,1969 0678
611	516,4086 6426	651	521,5133 1960	691	526,3134 8748
612	516,5403 0609	652	521,6368 7905	692	526,4298 9960
613	516,6717 4054	663	521,7602 4913	693	526,5461 4361
614	516,8029 4569	654	521,8834 3043	694	526,6622 2001
615	516,9339 4485	655	522,0064 2353	695	526,7781 2926
616	517,0647 3117	656	522,1292 2899	696	526,8938 7186
617	517,1953 0535	657	522,2518 4739	697	527,0094 4829
618	517,3256 6808	658	522,3742 7930	698	527,1248 5901
619	517,4558 2003	659	522,4965 2528	699	527,2401 0450
620	517,5857 6189	660	522,6185 8590	700	527.3551 8525
621	517,7154 9434	661	522,7404 6173	701	527,4701 0170
622	517,8450 1804	662	522,8621 5331	702	527,5848 5434
623	517,9743 3367	663	522,9836 6120	703	527,6994 4364
624	518,1034 4190	664	523,1049 8596	704	527,8138 7005
625	518,2323 4340	665	523,2261 2815	705	527,9281 3403
626	518,3610 3881	666	523,3470 8830	706	528,0422 3606
627	518,4895 2881	667	523,4678 6696	707	528,1561 7658
628	518,6178 1404	668	523,5884 6468	708	528,2699 5605
629	518,7458 9515	669	523,7088 8200	709	528,3835 7493
630	518,8737 7280	670	523,8291 1947	710	528,4970 3368
631	519,0014 4764	671	523.9491 7760	711	528,6103 3273
632	519,1289 2029	672	524,0690 5695	712	528,7234 7255
633	519,2561 9141	673	524,1887 5803	713	528,8364 5357
634	519,3832 6163	674	524,3082 8124	714	528,9492 7624
635	519,5101 3157	675	524,4276 2754	715	529,0619 4101
636	519,6368 0187	676	524,5467 9701	716	529,1744 4832
637	519,7632 7318	677	524,6657 9033	717	529,2867 9860
638	519,8895 4609	678	524,7846 0801	718	529,3989 9230
639	520,0156 2124	679	524,9032 5057	719	529,5110 2985
640	520,1414 9924	680	525,0217 1853	720	529,6229 1168

N.	LOGARITHMES.	N.	LOGARITHMES.	N.	LOGARITHMES.
721	529,7346 3823	761	534,0811 1709	801	538,2048 8499
722	529,8462 0992	762	534,1868 2815	802	538,3053 2039
723	529,9576 2719	763	534,2924 0058	803	538,4066 3064
724	530,0688 9046	764	534,3978 3473	804	538,5058 1605
725	530,1800 0016	765	534.5031 3098	805	338,6058 7692
726	530,2909 5671	766	534,6082 8966	806	538,7058 1358
727	530,4017 6054	767	534,7133 1116	807	538,8056 2632
728	530,5124 1205	768	534,8181 9582	808	538,9053 1545
729	530,6229 1168	769	534,9229 4400	809	539,0048 8128
730	530,7332 5983	770	535,0275 5605	810	539,1043 2412
731	530,8434 5692	771	535,1320 3134	811	539,2036 4426
732	530,9535 0337	772	535,2363 7320	812	539,3028 4201
733	531,0633 9959	773	535,3405 7899	813	539,4019 1767
734	531,1731 4698	774	535,4446 5007	814	539,5008 7155
735	531,2827 4295	775	535,5485 8677	815	539,5997 0393
736	531,3921 9093	776	535,6523 8945	816	539,6984 1512
737	531,5014 9027	777	535,7560 5844	817	539,7970 0541
738	531,6106 4143	778	535,8595 9410	818	539.8954 7510
739	531,7196 4478	779	535,9629 9677	819	539,9938 2449
740	531,8285 0074	780	536,0662 6678	820	540,0920 5387
741	531,9372 0969	781	536,1694 0449	821	540,1901 6352
742	532,0457 7203	782	536,2724 1021	822	540,2881 5376
743	532,1541 8816	783	536,3752 8430	823	540,3860 2481
744	532,2624 5847	784	536,4780 2709	824	540,4837 7710
745	532,3705 8335	785	536,5806 3892	825	540,5814 1079
746	532,4785 6320	786	536,6831 2011	826	540,6789 2620
747	532,5863 9840	787	536,7854 7100	827	540,7763 2363
748	532,6940 8934	788	536.8876 9192	828	540,8736 0336
749	532,8016 3641	789	536,9897 8320	829	540,9707 6567
750	532,9090 3998	790	537,0917 4517	830	541,0678 1084
751	533,0163 1095	791	537,1935 7816	831	541,1647 3917
752	533,1234 1817	792	537,2952 8249	832	541,2615 5093
753	533,2303 9356	793	537,3968 5848	833	541,3582 4639
754	533,3372 2697	794	537,4983 0646	834	541,4548 2584
755	533,4439 1879	795	537,5996 2676	835	541,5512 8956
756	533,5504 6939	796	537,7008 1969	836	541,6476 3783
757	533,6538 7914	797	537,8018 8557	837	541,7438 7091
758	533,7631 4841	798	537,9028 2473	838	541,8399 8909
759	533,8692 7758	799	538,0036 3747	839	541,9359 9264
760	533,9752 6702	800	538,1043 2412	840	542,0318 8183

N.	LOGARITHMES.	N.	LOGARITHMES.	N.	LOGARITHMES.
841	542,1276 5693	881	545,8681 1909	921	549,4424 6715
842	542,2233 1829	882	545,9594 3953	922	549,5298 2361
843	542,3188 6596	883	546,0506 5650	923	549,6170 8537
844	542,4143 0043	884	546,1417 7022	924	549,7042 5263
845	542,5196 2189	885	546,2327 8093	925	549,7913 2562
846	542,6048 3061	886	546,3236 8886	926	549,8783 0452
847	542,6999 2686	887	546,4144 9425	927	549,9651 8954
848	542,7949 1090	888	546,5051 9732	928	550,0519 8088
849	542,8897 8300	889	546,5957 9830	929	550,1386 7576
850	542,9845 4342	890	546,6862 9743	930	550,2252 8335
851	543,0791 9241	891	546,7766 9493	931	550,3117 9488
852	543,1737 3026	892	546,8669 9103	932	550,3982 1353
853	543,2681 5721	893	546,9571 8596	933	550,4845 3950
854	543,3624 7352	894	547,0472 7994	934	550,5707 7300
855	543,4566 7946	895	547,1372 7320	935	550,6569 1422
856	543,5507 7528	896	547,2271 6597	936	550,7429 6387
857	543,6447 6124	897	547,3169 5846	937	550,8289 2062
858	543,7386 3759	898	547,4066 5091	938	550,9147 8620
859	543,8324 0460	899	547,4962 4354	939	551,0005 6027
860	543,9260 6251	900	547,5857 3658	940	551,0862 4305
861	544,0196 1158	901	547,6751 3020	941	551,1718 3473
862	544,1130 5206	902	547,7644 2468	942	551,2573 3550
863	544,2063 8420	903	547,8536 1022	943	551,3427 4555
864	544,2996 0826	904	547,9427 1703	944	551,4280 6507
865	544,3927 2448	905	548,0317 1534	945	551,5132 9427
866	544,4857 3312	906	548,1206 1537	946	551,5984 3832
867	544,5786 3441	907	548,2094 1732	947	551,6834 8242
868	544,6714 2862	908	548,2981 2143	948	551,7684 4175
869	544,7641 1598	909	548,3867 2789	949	551,8533 1152
870	544,8566 9674	910	548,4752 3693	950	551,9380 9190
871	544,9491 7115	911	548,5636 4876	951	552,0227 8308
872	545,0415 3945	912	548,6519 6360	952	552,1073 8526
873	545,1338 0189	913	548,7401 8165	953	552,1918 9862
874	545,2259 5870	914	548,8283 0313	954	552,2763 2334
875	545,3180 1013	915	548,9163 2826	955	552,3606 5961
876	545,4099 5641	916	549,0042 5723	956	552,4449 0762
877	545,5017 9780	917	549,0920 9026	957	552,5290 6755
878	545,5935 3452	918	549,1798 2756	958	552,6131 3959
879	545,6851 6681	919	549,2674 6933	959	552,6971 2391
880	545,7766 9493	920	549,3550 1580	960	552,7810 2070

N.	LOGARITHMES.	N.	LOGARITHMES.	N.	LOGARITHMES.
961	552,8648 3014	1001	556,1476 0774	1041	559,3047 4147
962	552,9485 5243	1002	556,2279 8615	1042	559,3790 3285
963	553,0321 8772	1003	556,3082 8437	1043	559,4562 5009
964	553,1157 3621	1004	556,3885 0258	1044	559,5333 9338
965	553,1991 9808	1005	556,4686 4093	1045	559,6104 6271
966	553,2825 7350	1006	556,5486 9958	1046	559,6874 5838
967	553,3658 6266	1007	556,6286 7868	1047	559,7643 8047
968	553,4490 6574	1008	556,7085 7841	1048	559,8412 2913
969	553,5321 8290	1009	556,7883 9890	1049	559,9180 0450
970	553,6152 1433	1010	556,8681 4033	1050	559,9947 0671
971	553,6981 6020	1011	556,9478 0270	1051	560,0713 3590
972	553,7810 2070	1012	557,0273 8661	1052	560,1478 9222
973	553,8637 9599	1013	557,1068 9176	1053	560,2243 7581
974	553,9464 8625	1014	557,1863 1847	1054	560,3007 8679
975	554,0290 9167	1015	557,2656 6689	1055	560,3771 2531
976	554,1116 1240	1016	557,3449 3717	1056	560,4532 9151
977	554,1940 4862	1017	557,4241 2947	1057	560,5295 8552
978	554,2764 0051	1018	557,5032 4394	1058	560,6057 0748
979	554,3586 6824	1019	557,5822 8073	1059	560,6817 6752
980	554,4408 5197	1020	557,6612 4000	1060	560,7577 3578
981	554,5229 5189	1021	557,7401 2189	1061	560,8336 4240
982	554,6049 6817	1022	557,8189 2656	1062	560,9094 7751
983	554,6869 0096	1023	557,8976 5416	1063	560,9852 4125
984	554,7687 5045	1024	557,9763 0484	1064	561,0609 3375
985	554,8505 1680	1025	558,0548 7875	1065	561,1365 5514
986	554,9322 0018	1026	558,1333 7604	1066	561,2121 0556
987	555,0138 0076	1027	558,2117 9686	1067	561,2875 8514
988	555,0953 1871	1028	558,2901 4136	1068	561,3629 9311
989	555,1767 5419	1029	558,3684 0968	1069	561,4383 3231
990	555,2581 0737	1030	558,4466 0198	1070	561,5136 0016
991	555,3393 7841	1031	558,5247 1840	1071	561,5887 9771
992	555,4205 6749	1032	558,6027 5909	1072	561,6639 2507
993	555,5016 7477	1033	558,6807 2419	1073	561,7389 8238
994	555,5827 0041	1034	558,7586 1386	1074	561,8139 6978
995	555,6636 4457	1035	558,8364 2824	1075	561,8888 8739
996	555,7445 0743	1036	558,9141 6746	1076	561,9637 3584
997	555,8252 8913	1037	558,9918 3169	1077	562,0385 1376
998	555,9059 8986	1038	559,0694 2106	1078	562,1132 2278
999	555,9866 0976	1039	559,1469 3572	1079	562,1878 6253
1000	556,0671 4900	1040	559,2243 7581	1080	562,2624 3314

N.	LOGARITHMES.	N.	LOGARITHMES.	N.	LOGARITHMES.
1081	562,3369 3473	1121	565,2618 3286	1161	568,0841 7153
1082	562,4113 6744	1122	565,3336 1081	1162	568,1534 7757
1083	562,4857 3138	1123	565,4053 2481	1163	568,2227 2400
1084	562,5600 2669	1124	565,4769 7498	1164	568,2919 1091
1085	562,6342 5350	1125	565,5485 6144	1165	568,3610 3841
1086	562,7084 1193	1126	565,6200 8429	1166	568,4301 0659
1087	562,7825 0210	1127	565,6915 4365	1167	568,4991 1557
1088	562,8565 2414	1128	565,7629 3964	1168	568,5680 6543
1089	562,9304 7818	1129	565,8342 7235	1169	568,6369 5629
1090	563,0043 6433	1130	565,9055 4191	1170	568,7057 8825
1091	563,0781 8274	1131	565,9767 4843	1171	568,7745 6139
1092	563,1519 3351	1132	566,0478 9202	1172	568,8432 7583
1093	563,2256 1678	1133	566,1189 7279	1173	568,9119 3168
1094	563,2992 3267	1134	566,1899 9085	1174	568,9805 2901
1095	563,3727 8129	1135	566,2609 4631	1175	569,0490 6794
1096	563,4462 6278	1136	566,3318 3928	1176	569,1175 4856
1097	563,5196 7725	1137	566,4026 6987	1177	569,1859 7097
1098	563,5930 2484	1138	566,4734 3820	1178	569,2543 3517
1099	563,6663 0565	1139	566,5441 4437	1179	569,3226 4157
1100	563,7395 1981	1140	566,6147 8848	1180	569,3908 8996
1101	563,8126 6844	1141	566,6853 7066	1181	569,4590 8053
1102	563,8857 4867	1142	566,7558 9100	1182	569,5272 1338
1103	563,9587 6361	1143	566,8263 4961	1183	569,5952 8862
1104	564,0317 1238	1144	566,8967 4662	1184	569,6633 0634
1105	564,1045 9510	1145	566,9670 8211	1185	569,7312 6663
1106	564,1774 1190	1146	567,0373 5620	1186	569,7991 6960
1107	564,2501 6289	1147	567,1075 6899	1187	569,8670 1534
1108	564,3228 4819	1148	567,1777 2060	1188	569,9348 0395
1109	564,3954 6792	1149	567,2478 1113	1189	570,0025 3752
1110	564,4680 2220	1150	567,3178 4068	1190	570,0702 1014
1111	564,5405 1114	1151	567,3878 0936	1191	570,1378 2793
1112	564,6129 3487	1152	567,4577 1728	1192	570,2053 8896
1113	564,6852 9349	1153	567,5275 6454	1193	570,2728 9334
1114	564,7575 8713	1154	567,5973 5125	1194	570,3403 4115
1115	564,8298 1591	1155	567,6670 7752	1195	570,4077 3250
1116	564,9019 7993	1156	567,7367 4344	1196	570,4750 6749
1117	564,9740 7932	1157	567,8063 4912	1197	570,5423 4619
1118	565,0461 1420	1158	567,8758 9466	1198	570,6095 6871
1119	565,1180 8467	1159	567,9453 8018	1199	570,6767 3514
1120	565,1899 9085	1160	568,0148 0577	1200	570,7438 4558

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

NOTE

SUR

L'IDENTITÉ DE L'ÉRYTHROGLUCINE ET DE LA PHYCITE,

Par M. LAMY, Membre résidant.

Séance du 6 février 1857.

Dans un mémoire publié en 1848, le docteur J. Stenhouse a annoncé qu'en faisant bouillir la picro-érythrine avec un excès de chaux ou de baryte, on la transformait en orcine et en un corps nouveau, *l'érythroglucine.*

Cette substance cristallise facilement, a une saveur sucrée, n'est précipitée par aucune dissolution métallique, n'est attaquée ni par le brôme, ni par l'acide azotique froid, mais est transformée en acide oxalique par l'acide azotique bouillant. Par la distillation sèche, elle produit un liquide empyreumatique accompagné d'une odeur de sucre brûlé. M. Stenhouse a assigné à l'érythroglucine, qu'il appela plus tard érythromannite, une composition représentée par la formule :

$$C^{10}\ H^{13}\ O^{10}.$$

M. Strecker a proposé une autre formule :

$$C^{8}\ H^{10}\ O^{8},$$

basée sur le mode de dédoublement de la picro-érythrine, sous l'influence des réactifs alcalins :

$$\underbrace{C^{24}\ H^{16}\ O^{14}}_{\text{Picro-érythrine.}} + 2HO = \underbrace{C^{14}\ H^{8}\ O^{4}}_{\text{Orcine.}} + \underbrace{C^{8}\ H^{10}\ O^{8}}_{\text{Érythroglucine.}} + 2CO^{2}.$$

D'un autre côté, M. Gerhardt, regardant l'érythromannite comme un homologue de la mannite, lui a donné la composition

$$C^7 H^8 O^6.$$

M. Regnault a adopté

$$C^{22} H^{28} O^{22}.$$

Enfin M. Berthelot, dans un remarquable travail publié en 1855, a proposé la formule

$$C^{12} H^{15} O^{12}.$$

Voilà donc cinq formules différentes pour représenter la même substance. — Celle de M. Strecker seule correspond rigoureusement à la même composition centésimale que celle de M. Berthelot ; car le rapport des nombres 8, 10, 8 est le même que celui des nombres 12, 15, 12. — Mais cette dernière nous paraît devoir être adoptée de préférence aux autres, parce qu'elle résulte de l'analyse des combinaisons neutres que forme l'érythroglucine avec les acides.

Or, cette formule $C^{12} H^{15} O^{12}$, est précisément celle que j'ai assignée à la phycite en 1851. — Frappé de cette identité de composition, j'ai voulu connaître dans ses caractères les plus essentiels la matière sucrée dérivée de la picro-érythrine ; mais comme je n'avais à ma disposition ni cette substance, ni les travaux anglais et allemands dont elle avait été l'objet, j'ai adressé à M. Berthelot un échantillon de phycite, en même temps que les nouvelles déterminations de sa forme cristalline que j'avais obtenues, grâce aux bienveillants conseils de M. de La Provostaye. — La comparaison qu'a bien voulu faire M. Berthelot a confirmé l'identité présumée de l'érythroglucine et de la phycite. Voici les éléments de la détermination cristallographique du premier de ces corps, d'après Miller. (Fig. 1.) :

$$\text{Face } o \ldots\ a : a : c$$

$$— n \ldots\ a : \frac{1}{3} a : c$$

$$— M \ldots\ a : \infty a : \infty c \text{ (1)}$$

(1) *a c* désignent les axes du prisme droit à base carrée.

$$\frac{a}{c} = \frac{1}{0,3782}$$

o sur o = 141° 2′

o : M = 109° 29′

o : n = 150° 47′

n : M = 138° 42′

Voici maintenant les derniers résultats de mes observations et calculs sur la forme de la phycite. (Fig. 2.) :

Face o.... $a : a : c$

— n.... $a : \frac{1}{3} a : c$

— M.... $a : \infty a : \infty c$

$$\frac{a}{c} = \frac{1}{0,375} = \frac{8}{3}.$$

		Angles observés.	Angles calculés.
	M sur M′	90°	90°
	o : o	141° 15′	141° 18′
	o : M......	109° 30′	109° 16′
n : M′ =	m : M......	103° 57′	103° 59′
	n : M......	136° 35′	136° 30′
	n' : m......	114° 35′	114° 33′
	n : n'.....	152° 10′	152° 14′
	o : n......	152° 55′	152° 52′
	n : m..............		140° 02′

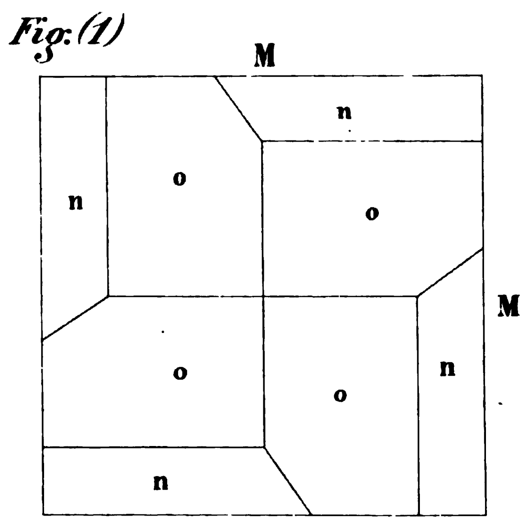
Ainsi, l'érythroglucine et la phycite cristallisent toutes deux dans le système du prisme droit à base carrée, et ont la même forme-type, modifiée par des facettes égales et semblablement placées. A la vérité, les angles n : M = 138° 42′, o : n = 150° 47′ donnés par Miller, diffèrent notablement des angles correspondants que j'ai obtenus, savoir : 136° 35′ et 152° 52′. En outre, le même savant

indiqué comme constant un caractère d'hémiédrie qui ne m'a paru qu'accidentel ; mais ces différences, quelque réelles qu'elles soient, ne semblent pas suffisantes pour établir une distinction spécifique entre l'érythroglucine et la phycite. D'ailleurs, si l'on veut remarquer que les deux substances ont la même composition centésimale et des caractères physiques et chimiques semblables (1), on pourra difficilement conserver des doutes sur leur identité.

En terminant cette note, je ferai observer que la phycite et l'érythroglucine ont une origine fort peu différente. Les lichens, en effet, sont très-voisins, dans le règne végétal, des Algues ou Phycées. Seulement la Phycite existe toute formée dans le ***Protococcus communis***, puisque pour l'extraire je n'ai employé que de l'alcool aqueux, tandis que l'érythroglucine, d'après M. Stenhouse, est un dérivé de l'acide érythrique, et n'existe qu'en combinaison avec l'orcine, ou du moins ne peut être retiré du lichen d'Angola qu'en traitant la dissolution de ce lichen par un lait de chaux ou de baryte, avec le secours de la chaleur.

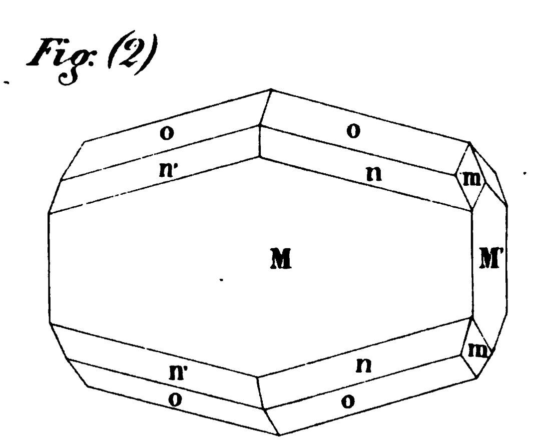
(1) Voir ann. Ph. et Ch. Juin 1852.

Fig: (1)



ERYTHROGLUCINE (Projection Horizontale)

Fig: (2)



PHYCITE (Projection Verticale)

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

COMPTE-RENDU

DES TRAVAUX

DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE, PENDANT LES ANNÉES 1854, 1855 et 1856,

Par M. Victor DELERUE, Membre résidant.

(*Séance du 6 mars 1857.*)

MESSIEURS,

Les graves occupations dont est surchargé M. Lamy, votre secrétaire général, ne lui permettant pas de s'occuper du compte-rendu de vos travaux pendant les années 1854, 1855 et 1856, vous m'avez désigné pour remplir cette tâche que j'ai acceptée sans trop réfléchir aux nombreuses difficultés qu'elle présente et dont les moindres ne sont certes pas de vous laisser sans trop de regrets sur la perte que vous avez faite et sur le choix qui l'a suivie.

Et pourtant j'avoue que je me sens heureux et fier de ce choix ! Heureux de me retrouver vis-à-vis des travaux pour lesquels j'ai contracté une vive et puissante sympathie pendant les onze ans que j'ai

été votre secrétaire-général ; fier d'avoir été l'objet d'une préférence si flatteuse au milieu de tant de collègues plus dignes que moi de l'obtenir.

Ma position ainsi établie, je me sens plus à l'aise pour entreprendre le travail que vous m'avez confié.

Les temps actuels, Messieurs, sont pleins de riches semences pour les temps à venir; l'instruction, ce premier des biens, après la vertu, se répand de pays en pays, gagne de proche en proche et jette de toutes parts des clartés éblouissantes au milieu des ténèbres de l'ignorance et de la routine.

Il semble que dans ce mouvement général vous avez senti plus que jamais l'importance de votre mission, car chacun de vous l'a remplie avec un zèle louable, avec une activité toujours croissante.

Aussi, suivre pas à pas la marche de vos travaux dans les sciences, l'agriculture, les lettres et les arts pendant ces trois dernières années; m'arrêter longuement à tout ce qu'ils renferment de bon, de sage et d'utile, serait chose impossible ; ce serait, du reste, dépasser de beaucoup les limites qui me sont tracées; je me bornerai donc à vous signaler les points les plus saillants de ces travaux, objet du compte-rendu que j'ai l'honneur de vous présenter.

SCIENCES.

Mathématiques, Physique et Chimie.

Si les productions de cette vaste branche des connaissances humaines ne brillent pas comme la peinture et la sculpture, au grand jour des musées, si la foule impressionnée ne s'arrête pas devant elles, si la sécheresse du chiffre a remplacé l'éclat du coloris, si le vrai, l'exact se montrent là dans toute leur nudité et ont pris la place des plus riches ornements ; ces productions n'en sont pas moins dignes d'arrêter les regards par les services qu'elles rendent, par les découvertes qu'elles constatent.

Les sciences, déjà si dignement représentées parmi nous, ont fait de précieuses acquisitions dans la personne de MM. les professeurs de la Faculté des sciences, qui sont venus grossir nos rangs et donner par là une impulsion nouvelle à des travaux qui ont déjà acquis à notre société une place distinguée dans le monde savant.

Ces Messieurs ont payé leur bienvenue à la société par des travaux qui ne peuvent qu'ajouter à la haute considération dont elle jouit.

Vous devez à M. Mahistre un *mémoire sur les éclipses de lune et de soleil et la détermination de l'aplatissement des méridiens terrestres*. Un *mémoire sur le travail de la vapeur dans les machines, en tenant compte de la vapeur qui reste après chaque coup de piston dans les espaces libres des cylindres*. Une note *sur le calcul de la force centrifuge*.

Ses démonstrations de l'équation du travail des forces ou du principe des vitesses virtuelles.

Son mémoire *sur le régulateur à force centrifuge*.

Et ses études sur les accroissements de force dans les machines de Wolf.

A M. Pasteur : *la communication des résultats de son travail sur l'alcool de betterave ou alcool amylique*.

Et celles qui l'ont amené à reconnaître *que le jus de betteraves acidulé, brut, fermente facilement à la température de 25 à 30 degrés sans addition de levure*.

Et à M. Lacaze-Duthiers :

D'intéressantes communications *sur les monstres doubles dans les mollusques*.

Des observations sur des parasites d'Helminthes, recueillies dans un voyage qu'il a fait aux Iles Baléares.

Et d'autres observations sur la fécondation chez les Dentales (mollusques).

En regard de ces travaux, voici ceux que sont venus y placer les collègues qui jusque-là avaient seuls et si dignement représenté les sciences.

M. Kuhlmann vous a fait part de ses nombreuses recherches et découvertes *sur les chaux hydrauliques, les pierres artificielles et sur les diverses applications des silicates alcalins solubles.*

Il vous a fait part également de ses découvertes ayant pour titre : *Sur divers phénomènes d'oxigénation et de réduction.* Et de son *résumé théorique sur l'intervention des silicates alcalins dans les productions artificielles des chaux hydrauliques, des ciments et des calcaires siliceux avec des considérations géologiques sur la fermentation par la voie humide en général.*

M. Kuhlmann vous a communiqué aussi ses expériences *sur la fixation des couleurs organiques et celles sur la fixation des couleurs par les matières animales.*

Les travaux de M. Lamy ne sont ni moins nombreux ni moins intéressants, en voici les titres :

Sur les courants électriques engendrés par le magnétisme terrestre.

Sur l'équivalent mécanique de la chaleur.

Sur le magnétisme et la conductibilité électrique des métaux alcalins, sodium et potassium,

De plus, vous lui devez les bulletins mensuels qu'il a livrés aux journaux depuis trois ans et qui grâce à sa plume correcte, à son talent d'analyse, ont porté au loin la valeur do travaux dont je ne puis ici que mentionner les titres.

Je trouve aussi dans ce vaste champ des sciences :

Les *considérations* de M. Delezenne *sur l'acoustique musicale.*

Sa *note sur le ton des orchestres et des orgues.*

Et son travail *sur la constitution et la suspension des nuages.*

Là viennent encore se grouper comme en un large faisceau de sciences diverses :

La première partie du mémoire de M. Heegman *sur une nouvelle formule de réfractions astronomiques.*

Les observations de MM. Cazeneuve et Parise *sur des cas chirurgicaux.*

Les curieuses *études microscopiques* de M. Garreau *sur la formation des stomates dans le tradescantia virginiana et les transformations cellulaires qui l'accompagnent.*

L'appel chaleureux et philanthropique de MM. Gosselet et Violette, *sur les effets physiologiques produits chez les consommateurs, par les alcools de betteraves.*

Les mémoires de M. Violette *sur le fil des instruments tranchants* et sur *l'essai des acides du commerce.*

Le travail de M. Corenwinder *sur la production du gaz acide carbonique par le sol et par les engrais.*

Les ouvrages de M. De la Fons-Mélicocq,

L'un sur *les monnaies qui avaient cours dans les villes de Lille et de Douai au XIV.ᵉ, XV.ᵉ et XVI.ᵉ siècles*, l'autre sur *les coutumes de la ville d'Estaires au XV.ᵉ siècle.*

Les 13.ᵉ et 14.ᵉ livraisons de l'ouvrage de M. Verly *sur les médailles, jetons, monnaies du règne de Sa Majesté Napoléon III, précédé des pièces de la représentation et de la présidence.*

Les tables de la mortalité à Lille pendant les années 1853 *à* 1855 par M. Chrestien *et les tableaux* de M. Meurein *sur les observations météorologiques faites à Lille en* 1854 *et* 1855, précieux documents pour la statistique générale de la France.

Enfin, Messieurs, je rencontre là aussi, et malheureusement pour la dernière fois, le nom vénéré de M. Macquart, de ce vétéran du travail intellectuel à qui la mort a dû arracher la plume des mains, et qui semble, néanmoins, s'être montrée intelligente en lui laissant le temps nécessaire pour achever ses beaux travaux *sur les diptères exotiques nouveaux ou peu connus* (5.ᵉ supplément) et sur *les plantes herbacées d'Europe et leurs insectes*, pour faire suite *aux arbres et arbrisseaux*, ouvrage publié récemment par lui et inséré dans nos mémoires.

Jamais la plume de M. Macquart n'a trouvé de plus fraiches couleurs que dans son dernier ouvrage; jamais son âme expansive et tendre n'a eu d'accents plus vrais, plus sympathiques; sentait-il en lui-même que c'était son chant du cygne, et voulait-il le rendre plus harmonieux encore.

Agriculture, Economie pratique.

Votre sphère d'action, jadis si grande dans cette partie de vos travaux, s'est considérablement restreinte depuis que le Comice agricole s'est séparé de vous et qu'on l'a gratifié des subsides qui vous avaient été accordés jusqu'alors pour encourager l'agriculture et récompenser les hommes qui se vouent aux rudes labeurs de cultiver la terre.

Cependant si la partie pratique de l'agriculture est sortie des mains qui la comblèrent de tant de dons, qui lui ouvrirent tant de routes nouvelles, ces mains ont conservé la partie théorique et scientifique et vous avez prouvé par là que l'agriculture vous est toujours chère et que vos sympathies pour elle sont indépendantes des événements qui se sont produits à son occasion dans le sein de votre société,

Cette science vous est redevable *de recherches sur la composition chimique des substances alimentaires du bétail dans le nord de la France. Et sur la composition chimique du lait de vache, avant et après la parturition, — incertitudes des observations optiques.*

Ces deux importants et patients travaux ont eu pour auteur M. Corenwinder si bien à même de remplir une pareille tâche,

Le même collègue s'est livré aussi à d'intéressantes *recherches sur les résultats d'un drainage opéré à Quesnoy-sur-Deûle, et sur la valeur comparative des betteraves montées et non montées.*

Enfin il vous a livré un long rapport sur la culture des lins dans l'arrondissement de Lille.

M. Bachy a rendu un véritable service aux innovateurs agricoles en venant en aide à leur inexpérience par sa *note rétrospective sur la culture du polygonum tinctorium et l'extraction de son indigo.*

Littérature et Beaux Arts.

Le goût de la littérature et des beaux arts, comme l'amour des sciences vous a payé pendant ces trois années un tribut riche et varié ; une louable rivalité semble s'être établie entre elles; car si les sciences se sont tenues constamment au niveau d'une époque dont tous les jours sont marqués par une découverte nouvelle, la littérature a parcouru un cercle qui s'étend des austères recherches historiques aux riantes conceptions de l'esprit.

M. Le Glay apporte pour sa part de travail pendant ces trois dernières années, plusieurs ouvrages importants : l'un qu'il a intitulé *Spicilége d'histoire littéraire ou documents pour servir à l'histoire des sciences, des lettres et des arts dans le nord de la France.*

L'autre est sa *notice sur Louis de Blois, abbé de Liessies, en Hainaut, au XVI.e siècle.*

Et son fragment d'un *mémoire sur les archives du chapitre de St.-Pierre à Lille.*

Il vous a fait connaître aussi, par sa lecture sur un des nombreux écrivains qu'a produits Lille, Floris Van Der Haer, chanoine de St.-Pierre (1588), combien les lettres ont toujours été en honneur dans notre cité.

M. Chon vous a lu des fragments qui vous ont fait apprécier la valeur de son ouvrage intitulé : *Essai sur Washington et sur la révolution d'Amérique ;* depuis, cet ouvrage a paru dans vos mémoires et vous avez pu vous convaincre par un style sévère, concis, ne permettant pas à l'imagination de jeter ses paillettes là ou la vérité seule a droit de se montrer, que notre collègue, qui professe l'histoire d'une manière si distinguée, a toutes les qualités nécessaires pour écrire ce qu'il enseigne si bien.

M. Dupuis vous a communiqué, par la lecture, la première partie

de son travail intitulé : ***Esquisse de l'histoire de l'enseignement philosophique à Lille.***

Un autre travail du même collègue ne doit pas passer inaperçu, car il prouve de nouveau, s'il en était encore besoin, de son amitié si vraie, si désintéressée pour la Compagnie, je veux parler de sa *table des matières contenues dans les mémoires de la société ainsi que dans ses notices agricoles, depuis* **1806** *jusqu'en* **1853**, dans la première partie de laquelle les travaux sont classés par ordre de date et noms d'auteurs, tandis que dans la seconde, ces mêmes travaux figurent par ordre alphabétique sous l'objet spécial de chacun d'eux.

A ce travail, déjà si important, M. Dupuis en a ajoute un autre, c'est une table des nombreux manuscrits déposés dans les archives de la société et qui n'ont point paru à la société d'une utilité assez générale pour en justifier l'impression.

Vous le voyez, Messieurs, grâce à notre collègue, tous vos titres sont mis au jour, M. Dupuis n'a oublié qu'une seule chose, une seule, c'est de mettre son nom à ce fraternel travail ; eh bien ! moi je me sens heureux de relever cet oubli et de vous rappeler ce nom d'un collègue qui méprise le dogme du MOI sans place à d'autres, ce qui est rare, bien rare aujourd'hui, même parmi les savants.

Vos mémoires se sont ouverts pour l'*essai sur l'analyse et la synthèse des éléments phonétiques des langues et sur l'écriture*, de M. CANISSIÉ, et cette place lui était bien due par l'érudition de l'auteur et les nombreuses recherches auxquelles il s'est livré sur cette partie épineuse de la grammaire générale.

M. GOSSELET vous a lu une partie de son travail intitulé : ***Fragment philosophique sur la liberté morale.*** Ce titre indique suffisamment la haute portée de ce travail et la difficulté de l'analyser en quelques lignes, j'aime mieux m'en rapporter à vos souvenirs qui ne peuvent l'avoir oublié.

Lorsque ses travaux législatifs lui laissent le loisir de revenir parmi

nous, M. Legrand se hâte de reprendre sa plume littéraire et de lui faire tracer de ces pages dont vous connaissez le cachet original. Ses derniers écrits sont un épisode intitulé: *Une journée à Mons-en-Pévèle*, heureux mélange de souvenirs historiques et de riante imagination lu par l'auteur dans notre séance solennelle du 25 juin 1851.

Il a aussi récréé plusieurs fois nos séances particulières par la lecture de son *dictionnaire du patois de Lille*, et par ses curieuses recherches sur un conflit élevé au moyen-âge entre les brasseurs de cervoise et les échevins de Lille.

M. Bruneel vous a lu sa *notice biographique sur le peintre Ducornet*, notre compatriote, et l'impression qu'elle avait produite dans le sein de la société, vous l'avait fait choisir pour être lue à notre séance solennelle, mais le journal l'Illustration ayant publié cette notice et les journaux de notre ville l'ayant reproduite, notre collègue n'a pu jouir de l'honneur qui lui était réservé et M. Chasles a été désigné pour le remplacer.

C'est à cette circonstance que nous devons ces belles pages que M. Chasles a bien voulu détacher d'une étude sur Bossuet, riches d'appréciations élevées auxquelles un style plein d'élégance et de charme donnait encore plus de force et d'éclat. Il fallait un semblable choix et de personne et de talent, pour ne pas laisser trop de regrets sur la perte que vous aviez faite et que le public allait faire après vous.

Dans cette séance solennelle, M. Chon, notre président, a prononcé un discours parfaitement accueilli du public où il montrait l'heureuse influence que la Société a exercée sur les sciences, l'agriculture, les lettres et les arts.

M. Lavaine y a fait exécuter plusieurs morceaux de musique de sa composition et j'y ai lu une fable intitulée: *L'Industriel et le Joueur à la Bourse*.

La poésie, Messieurs, s'en va de la société ; depuis sa traduction et sa publication de Thomson, M. Moulas semble s'être retiré du

commerce des Muses ; seul je viens jeter çà et là dans vos austères séances quelques pages de poésie légère que vous voulez bien accueillir dans vos mémoires mais qui se trouvent un peu dépaysées parmi ce grand monde, c'est pourquoi je les ai réunies en un volume que la Société a reçu en hommage en 1854.

Avant qu'il ne parte pour l'exposition universelle, M. Colas vous a découvert son tableau représentant un épisode de la vie de Saint-Grégoire et les suffrages que vous avez donnés à cette grande et savante conception n'ont été démentis ni par le jury d'examen ni par la foule ; il y avait pour séduire, dans ce tableau, plus que le merveilleux privilége qu'a la peinture de parler aux yeux et d'impressionner les masses, il y avait intérêt et harmonie.

M. Caloine vous a lu la première partie de son travail intitulé · *De l'influence de la photographie sur l'avenir des arts du dessin* : il vous a lu aussi *l'introduction de son ouvrage : Essai sur l'art d'embellir les édifices* et vous a présenté son manuscrit ayant pour titre : *Architecture italienne, Pourquoi le livre de Vignol est-il plus répandu que celui de Serlio ?*

M. Blanquart-Evrard vous a mis à même, par le don qu'il a fait à la société, de deux volumes grand-in-folio de spécimens de l'imprimerie photographique, d'apprécier les progrès toujours croissants que cet art déjà si merveilleux fait encore dans ses mains.

M. Ferdinand Lavaine vous a fait hommage de plusieurs grandes compositions musicales écrites avec ces flots d'harmonie qui ont porté son nom si loin.

Enfin, Messieurs, le catalogue du Musée Wicar dont je vous avais annoncé l'achèvement dans mon dernier compte-rendu vient de paraître, et l'importance de cette œuvre, et la manière magistrale dont elle a été traitée, indiquent suffisamment les retards qu'a dû éprouver la publication d'un semblable travail qui ne compte pas moins de 14 à 1500 articles et de 300 pages d'impression.

Déjà la presse parisienne et locale ont rendu compte de ce savant inventaire et des richesses qu'il constate et je ne pourrais être ici que l'écho affaibli de ces voix puissantes ; c'est pour quoi je me bornerai à vous rappeler que la société à qui s'étaient adressés MM. Meurisse et Heurley, pour obtenir l'autorisation de reproduire par la photographie les sujets les plus importants du Musée Wicar, a décidé que la reproduction de ce musée par la photographie aurait lieu, mais sous certaines garanties d'habileté et de capacité constatées par des entreprises antérieures de même nature, menées à bonnes fins par les auteurs et éditeurs.

Viennent ces artistes et le Musée Wicar répandra partout les lumières qu'il renferme et qui sont si propres à diriger l'avancement des arts dans la voie du vrai, du bien et du beau.

Sous une inspiration grande et généreuse, M. Loiset a conçu la pensée de la création d'une galerie historique à Lille, dans laquelle seraient réunies les statues, les bustes et les portraits des grandes illustrations du pays et où figureraient aussi la représentation des grandes et mémorables actions et faits des temps anciens et modernes.

Il vous a lu son projet et reconnaissant sa haute importance, sa portée et son enseignement moral, vous avez immédiatement nommé une commission pour en assurer l'exécution dans l'avenir le plus prochain.

Espérons de son zèle, de sa persévérance, espérons surtout du concours empressé et sympathique de nos administrations et de nos concitoyens qui jamais n'ont fait défaut aux créations nobles et patriotiques.

L'établissement de la Faculté des sciences à Lille et la place que vous occupez dans le monde savant vous ont fait faire de précieuses acquisitions pendant ces trois dernières années.

Vous avez reçu au nombre de vos membres résidants :

MM.

Pasteur, doyen de la Faculté des sciences.

Mahistre, Lacaze du Thiers et Chasles, professeurs à la même Faculté.

Cox, manufacturier.

Canissié, homme de lettres.

Fiévet, ingénieur-mécanicien.

Frossart, pasteur du culte évangélique

Paële, bibliothécaire de la ville.

Et au nombre de vos membres correspondants

MM.

Raymond de Bertrand, propriétaire à Dunkerque.

De la Frémoire, ingénieur des ponts-et-chaussées, à Cambrai.

Mignard, homme de lettres, à Dijon.

Bergmann, professeur à la faculté de Strasbourg.

Browers, pharmacien aide-major, professeur à l'Ecole de Médecine et de Pharmacie.

Liais, astronome, à Paris.

Faidherbe, Commandant du génie au Sénégal.

Deschamps de Pas, ingénieur des ponts-et-chaussées, à Saint-Omer.

Vallez, docteur en médecine, à Bruxelles.

Comormand, conservateur du musée de Lyon.

Mille, ingénieur des mines à Paris.

Lejolis, naturaliste à Cherbourg.

Godefroy Deménilglaise, archiviste à Paris.

Haime, naturaliste à Paris.

Bellardi, professeur d'histoire naturelle à Turin.

Fretin, maire de la commune de Quesnoy-sur-Deûle.

Lecomte, ancien receveur des finances, à Paris.

Dancoisne, ancien notaire à Hénin-Liétard.

Bollaert, ingénieur des ponts-et-chaussées à Lens.

Félix Nève, professeur de langues orientales à l'Université de Louvain.

L'espace me manque , Messieurs , pour mentionner un à un les nombreux rapports auxquels ont donné lieu les candidatures portées devant vous et les ouvrages envoyés en hommage à la société depuis le dernier compte rendu de 1853.

Maintenant, Messieurs , que j'ai fini cette revue passée au pas de course à travers vos travaux les plus importants, permettez-moi de vous parler affectueusement de nos joies et de nos peines , comme on doit le faire dans une famille bien unie et dont les membres ressentent sympathiquement ce qui arrive à chacun d'eux.

Comme M. Macquart, de regrettable mémoire , M. Delezenne , a accompli. il y a quelques mois , son jubilé de 50 ans parmi nous , comme M. Macquart il vous a donné l'exemple d'une vie entièrement employée aux rudes labeurs de la science, comme lui il a fait avancer, progresser son œuvre et a laissé sur sa route de nombreux jalons qui , trouvés plus tard par ceux qui le suivront seront le point de départ de nouvelles recherches; car les sciences ont ce grand avantage sur les lettres que ceux qui les cultivent, semblables à de nobles mineurs, reprennent dans le filon qu'ils exploitent le travail à l'endroit juste où leurs prédécesseurs l'avaient laissé.

Comme à M. Macquart, ses collègues sont venus solennellement lui présenter dans une chaleureuse allocution le tribut de leur affectueuse confraternité, et pour finir ce parallèle je vous ferai remarquer que chez M. Delezenne comme chez M. Macquart, l'âge n'affaiblit en rien l'amour de l'étude et de la science , vous avez pu le voir pas ses derniers ouvrages , le coucher de son soleil conserve tous les feux de son aurore.

Grâce à la persévérante activité, aux soins , aux démarches sans nombre de MM. Gosselet, Violette, Bachy et Verly ; grâce à la puissante et sympathique intervention de M. le Préfet du Nord, à la sollicitude , à la munificence de notre administration municipale , aux dons nombreux et désintéressés d'une foule d'industriels , ces trois dernières années ont vu naître , croître et s'achever sous le patronnage de notre société, une œuvre importante, la création d'un Musée

industriel à Lille, qui placé immédiatement à la suite du Musée Moillet, semble être mis là tout exprès pour marquer deux points extrêmes : Les lumières de l'industrie chez les peuples civilisés et les ténèbres de l'ignorance des peuples sauvages.

Cet événement a été dignement célébré par M. Chon, dans le discours qu'il a prononcé lors de l'inauguration de ce Musée, le 3 août dernier, et par M. Bachy, dans le rapport qu'il vous a lu il y a quelques semaines.

Deux noms dont la société s'enorgueillissait à juste titre, viennent d'être effacés de la liste de ses membres ; la mort seule pouvait nous faire éprouver cette perte cruelle, car MM. Macquart et Degland nous avaient voué toute leur existence scientifique ; ils n'ont point eux, agi en fils ingrats, la société les avait élevés, elle avait aidé au développement de leurs talents, de leur considération et ils sont toujours restés reconnaissants envers elle ; ils n'auraient pas porté ailleurs des fruits dont elle avait développé les germes.

Que leur mémoire, Messieurs, nous reste chère, que les regrets de la société, qui a eu en ces tristes circonstances de si dignes interprètes, se gravent dans nos souvenirs, et que les noms de MM. Maquart et Degland reviennent souvent à notre esprit comme un encouragement au bien, au travail et à la douce confraternité des lettres.

ESSAI

SUR LA VIE ET LES ÉCRITS DE SAINT PAUL. (*)

Par C. L. FROSSARD, Pr. Secrétaire-Général.

Considérations générales sur la vie de Saint Paul.

L'apôtre des Gentils eut une existence bien active, bien pleine ; sa tâche a été la plus vaste qu'homme de génie ait jamais entreprise. Si Moïse, auquel a été dévolue la plus grande mission avant Jésus-Christ, a formé un peuple, Saint Paul, nous pouvons le dire, a contribué puissamment à former la chrétienté.

Toujours égal à son œuvre, dans les trois phases que nous présente sa vie, nous le trouvons revêtu du même caractère supérieur. Voici ces trois époques : 1.° *Le noviciat de l'apôtre*, si l'on peut ainsi parler, c'est-à-dire sa jeunesse pharisaïque et persécutrice, sa conversion, son séjour en Arabie, à Damas, à Jérusalem , à Antioche , ses conférences avec les apôtres et ses visions célestes ; 2.° *La mission*, c'est-à-dire deux voyages en Asie-Mineure, deux en Europe, ses prédications, ses lettres ; 3.° *La persécution*, c'est-à-dire une longue captivité à Césarée, deux à Rome , séparées par une revue générale des églises qu'il avait fondées, et l'envoi de ses dernières épîtres, enfin sa mort. Dans la première époque, Paul forme sa foi ; dans la seconde, il la propage ; dans la troisième il la confirme.

En présence d'une infinie variété de situations, dans la pauvreté et dans l'abondance, en liberté et en prison; en face de la faveur et de la haine populaires, avec les Juifs et avec les Grecs, passant sans cesse du mépris à la gloire, Paul reste inébranlable dans sa foi; il ne cesse

(*) Cet ouvrage, communiqué à la Société en 1855, ayant été égaré aux archives, n'a pu être imprimé plus tôt.

pas d'agir en chrétien en toutes circonstances, modèle remarquable de ce que doit être un disciple de Jésus-Christ dévoué à la gloire de son maître. Un caractère aussi complet et aussi parfait ne peut être étudié qu'avec intérêt et profit ; faisons donc quelques observations générales sur Saint Paul.

Paul était chétif de corps (II Cor. X. 10) (1) probablement petit (2); il éprouva plusieurs maladies, entr'autres pendant son séjour en Galatie; mais la force de son âme lui communiquait une énergie puissante, et lui faisait supporter les plus mauvais traitements, la fatigue de ses courses à pied (3), et de ses voyages par terre ou par mer. Il est manifeste que la puissance de Dieu le fortifiait dans certaines circonstances graves comme lors de sa lapidation à Lystre, mais nous pouvons penser aussi qu'il avait un de ces tempéraments plus forts en réalité qu'en apparence, et chez lesquels la matière n'envahit pas l'esprit. La tempérance, la sobriété et la continence de l'apôtre tendaient à maintenir cet état de soumission du corps, sans que le jeûne et les macérations vinssent l'énerver. Sans réprouver le mariage, qu'il déclare au contraire honorable entre tous, Paul ne se maria pas. La charge de missionnaire, les périls d'une vie tumultueuse ne lui permirent pas de planter sa tente ici bas et de jouir des douceurs de la famille. Il lui fallait une grande liberté pour l'œuvre de sacrifice qu'il accomplissait. Cependant pour faire contre-poids à ce qu'il y avait d'exaltant dans sa mission, son autorité et ses priviléges, un aiguillon mystérieux, souffrance inconnue qu'il appelait aussi un ange de Satan pour le souffleter, une épreuve en la chair (II Cor. XII; Gal. IV) sur laquelle nous ne savons rien de précis, le suivait partout et arrêtait son élan : « J'ai prié trois fois le Seigneur, dit-il, d'éloigner cet ange de moi, mais il me fut répondu : *ma grâce te suffit.* » Cette épreuve qui lui faisait

(1) Dans le dialogue intitulé Philopatris, qui n'est pas de Lucien, mais qui pourrait être du temps de l'empereur Trajan, il est dit de Paul qu'il avait un grand nez et qu'il était chauve.

(2) L'ovation de Lystre et le tumulte de Jérusalem semblent l'indiquer.

(3) Voyez sa marche de Troas à Assos et de Jérusalem à Antipatris, en une nuit.

sentir sa dépendance de Dieu, lui était bonne, car lorsqu'il se sentait faible, il était réellement fort. Nous rappelons ici que Paul travaillait de ses mains avec activité.

On ne peut nier que Paul eût un esprit cultivé. N'eût-il pas été chrétien et instrument tout spécial de l'inspiration divine, il n'en eût pas moins été un homme de mérite; il avait des connaissances littéraires étendues, une grande sagacité pour reconnaître les dispositions de ceux auxquels il parlait, de la finesse pour les arguties rabbiniques, de la logique dans ses raisonnements, de la vivacité dans l'exposition de ses idées, une grande concentration de pensée, une profonde connaissance de l'être humain, et, ce qui pénètre et domine toutes ses facultés, l'esprit de vérité que Dieu lui avait départi. Ces considérations peuvent à juste titre paraître aussi sommaires qu'incomplètes; mais nous y reviendrons dans la seconde partie de notre travail, qui est surtout consacrée à l'examen des écrits de Saint Paul.

Le sentiment de l'apôtre n'est pas moins admirable que sa pensée; malgré l'énergie et l'âpreté, si je puis ainsi dire, de sa doctrine, il a un cœur très sympathique, et, après notre divin Sauveur, modèle en toute bonne chose, Paul me paraît le plus compâtissant, le plus dévoué et le plus humble des personnages de l'Écriture Sainte; peut-être ne l'est-il pas plus, en réalité, que Jean ou que tel autre; mais son caractère expansif lui fait montrer davantage ces précieuses vertus desquelles nous ne pouvons, hélas! comme de toutes choses, juger que sur l'apparence.

Sa vie comme ses discours et ses écrits nous le montrent fort bienveillant, très charitable et parfaitement désintéressé (1); il guérit les

(1) Un trait fort notable du caractère de Saint Paul est son désintéressement dans l'administration des contributions des églises. Craignant qu'on ne l'accuse d'avarice, il se défend d'avance de cette inculpation : 1.° il déclare qu'aucune inspiration n'autorise les directions qu'il donne sur les collectes (II Cor., VIII, 8); 2.° quoiqu'il dise que les ministres de Christ ont le droit de demander leur entretien pour prix des travaux de leur ministère, il proteste ne vouloir faire aucun usage de ce droit par rapport à sa personne (I Cor., IX, 14-15); 3.° il demande aux Corinthiens qu'on

malades (Act. XIV. 8-10; XX. 9. 10; XVIII. 39. etc.) travaille pour l'entretien de ses compagnons d'œuvre (Act. XX. 14.), il empêche le geolier de Philippe de se tuer (Act. XVI. 27. 28.), il aime les chrétiens (Act. XX. 32, 37; XXI. 6; II Cor. I. 6; II. 1-4; III 3 ; VI.11. 12. 13; VII. 3. 6. 9. 16; XI. 3; IX. 10. 11; XII. 21; XII. 9. 10. etc.) (1) ; il aime aussi les inconvertis, les pécheurs et les païens (II Cor. II. 5-8; son discours à Agrippa Act. XVI. 29; son discours aux Athéniens Act. XVII 16. 31.). Sensible lui-même, il en appelle à la sensibilité des autres et il est à remarquer que ses effusions pathétiques, puisées ordinairement dans le sentiment de ses souffrances et de sa situation, précèdent presque toujours un commandement pénible, adoucissent une réprimande et tempèrent la rigueur de quelque vérité désagréable (2). Le nombre des disciples qui l'accompagnaient, le vif attachement qu'ils éprouvaient pour lui, les soins qu'ils lui prodiguaient et l'obéissance qu'ils avaient pour ses ordres, montrent combien il était un ami précieux et dévoué (3). Son humilité paraît en maint endroit de sa vie, surtout en présence de l'enthousiasme qu'il excita à Lystre (Act. XIV. 14. 15.) et dans les passages suivants de ses épîtres : « Je suis le moindre des apôtres et indigne d'être appelé tel, parceque j'ai persécuté l'Église — non pas moi, mais la grâce de Dieu qui est en moi. — J'ai été imprudent en me glorifiant. —Je suis le moindre de tous les saints. — Jésus-Christ est venu au monde pour sauver les pécheurs dont je suis le premier. » Paul est

---

lui donne des associés afin de garder avec lui les collectes ; il ne veut pas des collègues de son choix, mais des personnes appelées à cet office et nommées par les contribuants eux-mêmes (I Cor., XVI. 3-4). Cette demande fut exécutée et le fut pour mettre son caractère à l'abri de tout soupçon sur l'emploi de ce dépôt (II Cor., VII, 18-21).

(1) Je cite cette épître comme étant la plus tendre de Paul, mais chacune pourrait fournir des traits de l'amour de l'apôtre pour ses frères.

(2) Le discours aux pasteurs d'Ephèse et aussi Rom. VIII ; Gal. IV. 11-20; Philip. I, 2-9: II. 2; II Cor. VI. 1-13 ; Philém. 10, 17, 20, 21.

(3) Timothée et Luc le bien-aimé furent ses plus chers compagnons ; il s'attira aussi l'affection de Barnabas et des apôtres Pierre et Jacques.

toujours accompagné de sa sollicitude pour les églises, il porte les Corinthiens dans son cœur, il prie pour les troupeaux qu'il a évangélisés; « qui est faible que je ne me sente faible, dit-il, qui est scandalisé que je ne le sois davantage » (II. Cor. XI. 29.).

Son amour des hommes n'absorbe pas son amour pour Dieu ; sa conversion, le sacrifice de sa famille, sa mort, son zèle, sa vie entière en sont garants ; la haute estime qu'il a pour la charité montre bien qu'il en fait l'essence de Dieu et il ne serait pas difficile de trouver dans ses écrits des passages qui établissent sa profonde croyance en l'amour de Dieu ; mais pour ce point nous renvoyons à la deuxièmé partie de notre essai.

Si le cœur comme l'esprit de Paul est admirable, c'est dans sa volonté qu'éclate le plus son génie. Il n'a pas la fougue de Pierre, mais il agit avec une vigueur étonnante. Conséquent avec ses principes. il persécutait violemment l'Église avant sa conversion. Son changement de croyance nous le montre encore plein d'énergie et tous les actes de sa vie depuis lors sont ceux d'un homme à l'âme robuste et mâle, qui se maîtrise lui-même sans faiblir et qui sait frapper fortement les esprits. Ses arguments sont puissants, ses conseils sont péremptoires. Il ne fait pas quartier à ses adversaires. Néanmoins le trait corrélatif de l'énergie ne lui manque pas et sa patience égale sa sévérité ; il sait attendre l'effet de l'Evangile sur les âmes. Il prêche, sème la parole et attend de Dieu l'accroissement que l'œil ne voit pas encore. Pour lui-même, il sait être résigné et patient ; il ne regimbe pas contre les épreuves, souffre mille vexations, mille outrages, mille persécutions ; bien plus, il possède au milieu des luttes de son ministère une grande paix, une joie chrétienne. A Philippes, l'apôtre chante des cantiques dans son cachot ; il demande par ses lettres aux frères de rendre sa joie parfaite et recommande si souvent la joie aux autres qu'on ne peut douter qu'il l'ait reçue lui-même en don de Dieu. Paul avait une grande force d'initiative, un grand courage pour entreprendre des œuvres ; comme on l'a dit : « il parcourt le vaste empire romain, rasant le sol, à n'en juger que par l'étendue de sa

course, le creusant profondément, à en croire la trace qu'elle laisse après elle et semant la terre chemin faisant d'une traînée d'églises naissantes, de Jérusalem à Rome, si ce n'est au-delà, et de Rome à Jérusalem » (1). Il n'est pas d'homme qui ait plus entrepris que lui ; il a évangélisé tous les rivages de la Méditerranée. Il ne s'est pas épargné, il n'a pas craint les périls : pour la gloire de son maître, il s'est précipité tête baissée à travers tous les dangers. D'un courage personnel inflexible, il attaque de front la multitude à Ephèse, comme à Jérusalem : il résiste en face à un apôtre, parle hardiment aux gouverneurs et aux rois. Au courage il associe la persévérance ; sa foi est toujours la même et toujours aussi vive ; ses derniers écrits ont le même but, la même inspiration, la même foi que les premiers. Son affection pour les siens ne varie pas, ils peuvent l'abandonner, mais il ne les oubliera pas (voyez 2.e épître à Timothée). Si sa prédication a été mal reçue dans une église, il ne laisse pas que d'y revenir ; il prêche assiduement dans le même endroit lorsque les circonstances ne le forcent pas à s'en aller (2). Par ses voyages multipliés, par ses écrits, il voudrait être toujours avec ses enfants en la foi.

Dans la vie du grand apôtre, nous trouvons en total une grande unité. Son caractère reste le même tout le long de son existence ; sa doctrine est inébranlable, magnifique exemple pour tous les temps et surtout pour le nôtre où les opinions ont si peu de fondement qu'un

---

(1) Saint Paul. Sermons par A. Monod, 16.

(2) Paul fut essentiellement missionnaire ; sa manière d'évangéliser est digne de remarque : dès son arrivée dans une ville, l'apôtre se rendait à la synagogue, annonçant l'évangile premièrement aux Juifs (Act. XIII. 46. etc.). Lorsque les Juifs rejetaient son ministère, il quittait leur congrégation et s'adressait aux païens. A Corinthe, il discourait dans la synagogue, puis à la suite de l'opposition des Juifs, il fut vers les païens (Act. XVIII. 6) ; de même à Ephèse (Act. XIX. 6. 10) et à Thessalonique (I Tim. II. 9. 10 ; Act. VIII. 1. 2. 4). Il est constant que sa prédication avait en général le plus grand succès auprès des païens, tandis que les Juifs étaient turbulents et disputeurs. Des persécutions interrompirent souvent la prédication de Paul. Hors de la Judée, les Juifs, qui étaient les plus grands acteurs de ces scènes de violences, ne pouvant agir par eux-mêmes, ameutaient les païens contre l'apôtre à Thessalonique (Act. XVII, 5), à Berée (Act. XVII, 18), en Asie-Mineure (Act. XIX. 2 ; I Tim. II. 15. 16. etc.).

léger vent suffit pour les renverser. De son temps on accusait Paul de versatilité ; mais la postérité n'a pas confirmé ce jugement. Il est vrai que Paul s'en est lavé, à nos yeux, dans ses écrits. On lui reprochait d'être faible devant les Juifs et hypocrite devant les Grecs, mais sa devise était : *tout à tous*, c'est-à-dire que son esprit, méprisant la forme pour ne s'attacher qu'au fond des choses, se pliait aux circonstances, au profit de la vérité immuable, qui ne pouvait certes pas résider dans le manger ou le boire, pas plus que dans le jeûne ou la circoncision. L'injuste accusation portée contre Saint Paul ne pouvait venir que de ces esprits mesquins, détracteurs impuissants des hommes de génie qu'ils ne sauraient comprendre.

Paul demeure un honneur pour la race humaine, une gloire de l'Eglise chrétienne, un triomphe éclatant de la grâce divine.

Il répétait : *le juste vivra par la foi ;* la foi en Jésus a été le secret de sa pensée, de son cœur, de sa conscience, de sa vie, de sa mort et de sa gloire immortelle.

Documents sur la vie de Saint Paul et littérature du sujet.

Il convient, avant d'écrire la vie de Saint Paul, d'examiner les documents qui nous en rapportent les faits.

Les principales sources, les seules selon quelques uns, sont le recueil des Epîtres de Paul et le livre des Actes; nous devons y ajouter avec nombre de bons critiques, la tradition des quatre premiers siècles en ce qu'elle a de solide.

Dans la seconde partie de notre travail, en démontrant l'authenticité des Épîtres, nous montrerons aussi leur crédibilité; la première solution entraînera la seconde ; car on ne peut douter de l'exactitude autobiographique de l'apôtre, dont le caractère ne laisse aucune prise à l'accusation de mensonge.

Le livre des Actes tenant une grande place dans notre étude, il importe d'en établir l'autorité ; celle-ci repose sur les preuves de l'authenticité et de la crédibilité de cet écrit.

Authenticité. — Quel est l'auteur du livre des Actes ? Pour ceux qui regardent Luc comme l'auteur du troisième Evangile, il est évident que cet évangéliste a aussi écrit le livre des Actes. Pour répondre à ceux qui contestent l'authenticité du troisième Évangile, nous résumerons les preuves dont il faut renverser l'édifice pour nier que Luc, le médecin, compagnon de Paul, ait écrit les Actes.

1.° Preuve externe. Irénée (adv. Hæres III. 14), Clément d'Alexandrie (Stromates V. 588), Tertullien (de Jejunio. 10), Origène, Eusèbe, le fragment trouvé par Muratori, les manuscrits D. E. de Westein, la Pechito, la Vetus Itala et dès le IVe siècle toute l'église orthodoxe ont attribué le livre des Actes à Luc. Parce que les Marcionites, les Manichéens, les Ebionites et les Severaniens ont rejeté de leurs bibles mutilés le livre des Actes pour des motifs dictés par une dogmatique hétérodoxe, nous n'en demeurerons pas moins convaincus que l'Église, dès les premiers temps, a considéré ce livre comme l'œuvre de Luc.

2.° Preuve interne. La comparaison du style clair, précis, parfois scientifique des Actes avec le génie grec de Luc, le médecin, et l'analogie de ce que l'on peut induire des Actes sur sa vie avec ce qui est rapporté de lui dans les Epîtres de Paul fournissent deux bons arguments en faveur de l'authenticité.

Crédibilité. — Le livre des Actes étant de Luc, est-il digne de notre créance ? Du fait de l'authenticité, nous pouvons déjà extraire une preuve ; car Luc, étant un compagnon affectionné de Paul, a dû par cela même être bien renseigné ; mais nous en avons d'autres.

Le consentement des Pères, l'autorité qu'ils lui accordent est un second argument. Nous trouvons dans les écrits des auteurs ecclésiastiques les plus anciens des allusions et des citations que nous allons noter et qui sont incontestables. — Tatien, Oratio contra Græcos. 144. allusion à Actes XVII. 25. — Justin Martyr. Dialogue c. Tryphon

allusion à Actes XVI. 24. — Appolog. II. allusion à Actes XIII. 27. — Polyearpe, E. ad Philipp. I. comparé à Actes III. 24. — Ignace, E. ad Smyrn. II. comparé à Actes X. 41. — Lucien, allusion à Actes XVII. 13. — Irénée cite Actes XV. 39; XVI. 8. etc. XX. 6. 17. etc.; — Lettre des églises de Vienne et de Lyon (voyez Euzèbe Hist. Eccles. V. 2.) cite Actes VII. 60. — Clément d'Alexandrie, Stromates V cite Actes XVII. 22. — Tertullien — Origène etc. citent les Actes comme une autorité digne de foi.

En présence de ces témoignages externes, on dresse des objections tirées de l'examen des récits. De Wette classe ces difficultés sous trois chefs. Il relève dans les Actes des récits selon lui contradictoires, insuffisants et incroyables à cause du merveilleux qui s'y trouve. Suivons ses arguments.

Récits prétendus contradictoires. 1.° Actes IX. 16 et XXII 17. comparé à Galates I. 77. Guericke adversaire de De Wette dans cette discussion admet à tort la difficulté ; on peut faire observer qu'il est naturel que Luc raconte d'une manière abrégée les faits dont il n'a n'a pas été lui-même témoin, ce qui résout la difficulté et ôte la contradiction apparente.

2.° Actes IX. 27. comparé à Galates I. 18. 19. Paul déclare n'avoir vu à Jérusalem que Pierre et Jacques αδελφος του Κυριου : mais ce Jacques étant lui-même apôtre, l'Évangéliste a pu très justement dire que Paul avait été présenté aux apôtres, surtout si Pierre et Jacques étaient seuls d'entre leurs collègues présents à Jérusalem.

3.° Actes XI. 50 comparé à Gal. II. 1 ; mais παλιν ανεβην peut signifier je montai ***plus tard*** au lieu de ***pour la seconde fois*** et quand cela ne serait pas, rien ne nécessite dans les Actes la mention que Paul fait de Tite et de Barnabas dans son épître aux Galates. De plus l'apôtre a pu montrer à Antioche une grande activité dans son ministère et rencontrer les difficultés qu'il mentionne aux Galates. Enfin le but principal de conférer avec les apôtres, d'après l'épître, n'est pas en contradiction avec le but secondaire de porter des aumônes d'après

les Actes; et si les Actes ne parlent pas des conférences, c'est qu'elles furent privées, tandis que la collecte fut remise officiellement. Dans l'épître Paul ne parle pas du concile de Jérusalem, car le fait était notoire parmi les Galates ; mais il leur révèle les conférences qu'ils ignoraient.

4.° Actes XVII. 13; XV. 1. 5. comparé à I. Thes. III. 1. 2. Si l'épître disait que Paul envoya Silas et Timothée d'Athènes à Thessalonique, la contradiction serait réelle ; mais avec le vague de la date, il est permis de supposer que Timothée fut envoyé de Berée ; on ne peut rien conclure de ce que Silas nommé dans les Actes ne l'est pas dans l'épître.

5.° Actes I. 18. Comparé à Mat. XXXVI. 4. 5. εκτησατο des Actes peut se traduire *il donna occasion d'acheter* et rien n'empêche que Judas ne se soit précipité et pendu tout à la fois.

6.° Actes XII. 20. comparé à Joseph archéolog. XIX. 8. 2. La ressemblance parait ici plus que la contradiction.

7.° Actes V. 35. Teudas selon Joseph, ne parait qu'en 46, c'est-à-dire après le discours de Gamaliel, mais il est fort possible qu'il y ait eu deux séducteurs d'un nom aussi commun.

Récits prétendus insuffisants. Actes XVIII 22. 30. 31. Omission des faits rapportés I Cor. XV. 32 ; II. Cor. I, 8, 11 ; Rom. XV, 19. Absence de détails sur les Judéo-chrétiens adversaires de Saint Paul et sur les églises de Galatie. Gal. I. 8. 13. On peut répondre à ces objections que Luc a pour but de raconter l'établissement et les premiers développements de l'église chrétienne et non de faire une biographie complète de Paul.

Récits merveilleux. De Wette objecte la conversion miraculeuse de Paul (Actes IX. 3; XXII, 6; XXVI 14); mais Paul regarde lui-même sa conversion, comme un miracle (Gal. I. 11; I Cor IX; XV, 8). et ceci est plutôt une question de dogmatique que de critique sacrée. Nous ne sommes du reste pas atteint par l'objection ; la relation d'un vrai prodige ne discrédite pas à nos yeux un auteur ; un miracle bien établi ne rebute pas notre foi, il la confirme.

Toutes les bases du récit ont pu être vérifiées par les contemporains; la fin brusque de la relation de Luc indique assez nettement qu'elle a été terminée dans la ville et au temps marqué par les dernières lignes des Actes, c'est-à-dire à Rome, en 63, selon Guericke et Hug, en 64, selon d'autres.

L'introduction dans le canon des livres saints est enfin à nos yeux une preuve de la crédibilité.

Quant à la tradition des Pères, nous l'emploierons dans une sage mesure, n'oubliant pas que ces renseignements ont une valeur bien moindre que ceux qui proviennent de la source apostolique. Nous ne recevrons les témoignages des Pères que s'ils cadrent avec les indications des Epîtres. Nous n'avons pas le loisir de prouver l'authenticité des écrits patristiques; mais nos citations seront consciencieuses.

Les sources ainsi fixées, deux mots sur la littérature de la question.

Citer le nom de ceux qui se sont occupés de Saint Paul serait faire une nomenclature de tous les théologiens; examiner les points de vue auxquels on l'a considéré serait faire l'histoire de la théologie. Tel ne peut être notre objet. Bornons-nous à quelques noms. Witsius, Macknight, Paley, Schroeder, Néander, M. J. Conybeare et J. S. Howson, etc. ont traité spécialement de la vie de Saint-Paul. On doit de précieux travaux à Chrysostome, Bède-le-vénérable, Pierre Lombard, Thomas d'Aquin, Nicolas de Lyra, si goûté par Luther, Laurentius Valla, Lefèvre d'Etaples, Erasme, Luther, Mélanchton, Bucer, Bullinger, Calvin, de Bèze, J. F. Flatt, Olshausen, Tholuck, Reus, Oltramare, etc. Enfin, dans les introductions au Nouveau-Testament, on trouve de nombreux éléments pour des recherches sérieuses sur Saint Paul. Parmi les meilleurs, citons de Wette, Guéricke, Hug, Néander, Berthold, Michaelis, Lardner, Horne, Schleiermacher, Jahn, Hase. Nous en prenons une poignée pêle-mêle, il serait trop long de les définir et de les classer : chacun a son importance, mais chacun aussi entre dans le débat avec des vues plus ou moins incomplètes ou trop systématiques; il faut donc les écouter tous sans prévention, mais non sans examen.

Vie de Saint Paul.

JEUNESSE.

Un juif de nom inconnu, mais de la tribu de Benjamin et originaire de Gischala en Galilée, ayant probablement servi la république romaine, par sa valeur militaire, son habileté commerciale ou par tel autre talent, reçut en échange le titre de citoyen romain (1); il habitait la grande cité de Tarse en Cilicie; ce fut dans cette ville que naquit (2), on ne sait quand, son fils ou son petit fils Saul (3). Tarse était alors, comme Athènes, Alexandrie, Corinthe, Pergame et Rome (4), une ville savante, et pour perfectionner les études qu'ils y avait faites, il était d'usage d'envoyer les jeunes gens en voyage pour étudier sous les maîtres illustres que renfermaient d'autres cités. Nous conjecturons que Saul étudia de la sorte la littérature grecque et la posséda assez fortement pour paraître Grec aux yeux des Grecs. Dans ses écrits et dans ses discours, nous voyons quelques réminiscences de cette culture grecque (5). Cependant sa famille était juive et son père pharisien, il devait donc acquérir une instruction juive et fut envoyé à Jérusalem le centre de l'enseignement de cette philosophie

(1) Quelques-uns ont dit que Paul était citoyen romain, parce que la ville de Tarse avait reçu ce privilége des empereurs, mais Paul n'eût donc pas tenu ce titre de sa naissance, comme il l'a dit Act. (XXII 28.) et puis Tarse reçut des priviléges, mais non la bourgeoisie entière.

(2) Jérome rapporte une tradition d'après laquelle il serait né à Gischala, mais ceci ne peut se rapporter qu'à ses ancêtres, à cause de Act. XXI. 39; XXII. 3. qui tranchent la question.

(3) Néander infère, mais sans insistance, de son nom de שאול *le désiré*, qu'il fut donné à ses parents après une longue attente.

(4) Strabon met Tarse au-dessus d'Athènes et d'Alexandrie comme ville scientifique. Voyez Géographie, I, 4.

(5) Il cite Aratus (Act. XVII, 28). *Τοῦ γάρ καὶ γένος ἐσμεν*; Epiménide (Tit. I. 12). *Κρῆτες ἀεὶ ψεῦσται, κακὰ θηρία γαστέρες ἀργχί* et Ménandre (I Cor. XV. 38). *ψθειρουσιν ἤθη Χρῆσθ᾽ ὁμιλίαι κακαί*. Ces citations ne sont pas nombreuses, mais leur à-propos montre que Paul eût pu en faire davantage s'il eût voulu embarrasser ses lettres d'érudition hellénique.

spéculative qui devait produire dans ses développements successifs les sectes gnostiques et la Kabbale. Saul s'attacha au savant Gamaliel et recueillit à ses pieds toutes les finesses de la théologie pharisaïque, dont il se servit plus tard pour la cause chrétienne, notamment dans ses épîtres aux Galates et aux Hébreux. Pour compléter cette éducation et selon l'usage des Rabbins (1), Saul apprit un métier. Il choisit celui de fabricant de tentes, comme étant fort utile et facile à exercer partout (2). Pendant son séjour à Jérusalem, il est douteux s'il a connu Jésus ou non. S'il l'a connu il a dû s'opposer à lui et désirer la ruine de cette secte naissante dont le chef attaquait si fortement le pharisaïsme. En aspirant à la sainteté légale, il dut avoir plus d'une fois à lutter contre un tempérament fougueux et une nature rebelle au joug de la loi (3). Il avançait dans le judaïsme, étant le plus ardent zélateur des traditions de ses pères (Gal. I. 14).

Son éducation une fois faite, l'historien des Actes nous le montre à Jérusalem bien éloigné de la modération de Gamaliel. Sicaire ardent du Sanhédrin, il vote pour la mort d'Etienne dont il a peut-être entendu l'apologie (Act. VIII. 2) et non content d'approuver le supplice, il y assiste gardant les vêtements de ceux qui lapidaient le martyr (Act. VII. 58; VIII. 1.). Il ravage l'église de Judée et de Samarie (Act. VIII. 1.) entrant dans les maisons et trainant par force hommes et femmes et les mettant en prison (Act. VIII. 3 ; allusions I. Cor. XV. 9; Gal. I. 13; I Tim, I. 12. 13.).

CONVERSION.

Ne respirant toujours que menaces et carnage contre les disciples de Jésus, Saul s'adresse au souverain sacrificateur (4) et obtient de

(1) Le Pikre avoth II, 2, établit l'usage des étudiants juifs de travailler de leurs mains pour fournir à leur entretien et se garder de la dissipation.

(2) Act. XVIII, 3. Les tentes étaient alors d'un usage universel.

(3) C'est là du moins ce qu'on peut induire de sa profonde connaissance des luttes intérieures de la conscience. Rom. VII.

(4) Le Sanhédrin avait autorité sur les Juifs résidant à Damas en vertu du droit assuré aux Juifs d'exercer leur culte à leur manière, et par son influence sur les femmes, dont un grand nombre étaient Juives. Joseph, Arch. 20, 2.

lui des lettres pour les synagogues de Damas et pour le gouverneur de la ville (Act. XI. 1; XXI. 5; XXVI. 10. 11.) afin d'en recevoir mainforte pour ramener captifs à Jérusalem les disciples de Christ qui pourraient se trouver en Syrie (Act. IX. 2.). Aussi zélé contre le royaume de Dieu que les disciples l'étaient pour la propagation de la Parole, le nouvel Elie du pharisaïsme part plein d'ardeur pour accomplir une mission barbare ; il va à Damas, plus tard il ira sans doute en Asie-Mineure, en Grèce, à Rome. Son activité destructive aura un vaste champ à moissonner, car les persécutions aussi insensées que coupables du Sanhédrin ont répandu par toutes les colonies juives cette poignée de disciples que contenait Jérusalem. C'est l'histoire du plus grand des adversaires du christianisme naissant que nous allons écrire. Ennemi sans entrailles, il va emprisonner les femmes, faire mourir les saints. Une troupe le suit pour exécuter ses ordres, il abhorre ceux qu'il regarde comme des blasphémateurs, et regarde fièrement le ciel dont il croit servir le Dieu.... Tout à coup le ciel est déchiré par un éclair qui brille en plein midi. Saul tombe par terre, épouvanté. Une voix — cette voix si douce qui avait dit au disciple repentant : « Simon, fils de Jonas, m'aimes-tu? » — arrive à son oreille : « Saul! Saul! pourquoi me persécutes-tu? » Le trouble, l'ignorance lui font dire: « Qui es-tu? » et le Christ lui répond : « Je suis Jésus que tu persécutes. Il t'est dur de regimber contre l'aiguillon. » L'instant suprême est venu, la circonstance est solennelle, la puissance de Dieu a éclaté; que fera la liberté humaine? Admirons l'harmonie du phénomène de la conversion qui n'ôte rien à la responsabilité de l'homme, ni à la gloire de Dieu. Si Saul résiste il sera le Thomas de Torquemada du premier siècle; mais il ne veut pas regimber. Quelque chose en lui dément ses persécutions? Il a agi en ignorant. Le souvenir du discours d'Etienne vient agiter sa conscience. Il ne peut demeurer sourd à cet appel. Dieu le veut et il se rend! D'ennemi, le voilà disciple et de persécuteur, il sera bientôt victime. « Que veux-tu que je fasse? » tel est le cri de son âme. Le Seigneur lui dit : « lève-toi, entre dans la ville, et là on te dira ce que tu dois faire. » Ceux qui l'entourent

ne voient que sa chûte, et s'ils entendent les paroles divines, ils ne les comprennent pas (1), (Actes XXVI. 14.) Un prodige s'est joint à l'apparition miraculeuse ; Saint-Paul est devenu aveugle ; ses compagnons de route le conduisent à Damas à la maison de Judas dans la rue droite, où il passe trois jours en extases et en révélations ; (II Cor. XII. 1. Actes IX. 9. 11.) toujours aveugle et sans nourriture il prie le Seigneur qui ne l'a frappé que pour lui faire mieux connaître sa miséricorde. Si c'est dans son corps ou sans son corps, il ne sait, mais il est ravi au ciel qu'habitent le Seigneur et ses anges (2). La vérité qu'il n'a pas connue comme les disciples, par les enseignements du Fils de l'Homme dans les jours de sa chair, il la reçoit par une révélation directe comme un favori de la grâce. Ainsi s'accomplit la conversion de Saul ; ce fut en l'an 35 ou 36 (3).

PRÉPARATION APOSTOLIQUE.

Dès lors Saul entra dans la vie active. De la maison de Judas dans la rue droite. (Act, IX. 11) il sortit baptisé. Ayant mangé et repris ses forces il resta quelques jours à Damas prêchant sans relâche dans les synagogues que Jésus-Christ est le fils de Dieu, à l'admiration de ceux qui avaient connu sa rage antérieure et qui voyaient son changement profond. Puis il alla en Arabie et, dans cette retraite ordonnée

---

(1) De Wette et plusieurs autres font remarquer entre Act. IX, 9, et XXII, 9, une contradiction qui n'est qu'apparente : ακουοντες μεν της φωνης.... την φωνην ουκ ηκουσαν. Le rapprochement de ces passages nous apprend que les assistants entendirent des paroles qu'ils ne comprirent pas, soit qu'elles fussent dans une langue qu'ils ne connaissaient pas, soit que ce ne fussent à leurs oreilles que des sons inarticulés.

(2) Le texte porte : Ravi au troisième ciel. Selon les idées juives, les premiers cieux étaient ceux des planètes ou de l'air, les deuxièmes ceux des fixes ou des étoiles, les troisièmes ceux des anges.

(3) On a beaucoup discuté sur la date de la conversion de Paul. Voici les principales solutions : 31, Bengel ; 32, Süsskind ; 33, Eusèbe, Vogel ; 34, Baron, Calov ; 35 ou 36, Usher, Pearson, Lardner, Horne, Calmet, Hug, Glaire, Néander, Olshausen, Rillet, etc. ; 37 ou 38, Eichhorn ; 38, Auger ; 39, Schroeder ; 40, Kinoel ; 41, Schmidt et Wurm. Nous adoptons la plus commune, surtout à cause des raisons de Hug ; mais nous ne pouvons nous arrêter à les exposer.

de Dieu (Gal. I. 16. 17.) pour laquelle il ne prit conseil ni de la chair ni du sang et dont la durée paraît avoir été assez longue, puisqu'il ne revint à Jérusalem que trois mois après sa conversion (Gal. I. 18.), il médita et refit en chrétien les études qu'il avait déjà faites comme juif (1), il compara les deux alliances, et fortifié par les lumières du Saint-Esprit, il fut capable d'exercer utilement le grand ministère auquel il était appelé.

Après ce noviciat, il revint à Damas prêcher aux Juifs, que Jésus était le Messie promis, ce qui excita leur haine au point qu'ils voulurent le faire mourir et pour que Saul ne pût échapper à leurs embûches favorisées par le gouverneur pour le roi Aretas (2), ils gardèrent les portes de la ville nuit et jour ; mais son temps n'était pas encore venu et avant de témoigner de sa foi par son martyre, il devait le faire par sa vie et ses écrits. Les disciples, ses frères en la foi, le descendirent dans une corbeille, de nuit, par la fenêtre d'une maison contiguë aux remparts (II. Cor. XI. 32. 33; Act. IX. 23. 25.) C'est dans cette humble situation qu'il sortit d'une ville où il était entré pour la première fois aveugle et saisi de terreur.

Echappé de Damas, il revint à Jérusalem pour voir Pierre, chez lequel il demeura 15 jours. Il ne vit alors aucun autre apôtre que Pierre et Jacques, cousin du Seigneur (Gal I. 18. 19.) Il désirait se joindre aux disciples, mais tous le craignaient, ne croyant pas qu'il fût un vrai disciple. Barnabas, qui devait être plus tard son compagnon d'œuvre, le prit et le mena aux apôtres Pierre et Jacques et leur raconta comment il avait vu le Seigneur qui lui avait parlé et comment il avait, à Damas, franchement déclaré de sa foi au nom de Jésus. Sur cette déclaration les apôtres le reçurent, et dès lors, il se montra publiquement avec les frères. Dans ce temps, il eut au temple une vision extatique, pendant

---

(1) Ceci est une simple conjecture ; mais nous la croyons probable.

(2) Ce fait sert à fixer les dates. Hug et Néander s'en sont servis pour prouver que la conversion de Paul eut lieu en 36, cette fuite s'étant effectuée à la deuxième année du règne de Caligula, c'est-à-dire en 39.

laquelle le Seigneur lui apparut, pour lui assurer que les Juifs ne croiraient pas à sa prédication et lui donner ordre de se tourner vers les païens (Act. XXII. 17. etc.) Saul discutait avec les Juifs hellénistes ; mais ceux-ci conçurent pour lui une haine si violente, qu'ils cherchaient à le faire périr, ce que les frères ayant appris ils le menèrent à Césarée, d'où il partit pour Tarse (Act. IX. 30. etc.) à travers la Syrie et la Cilicie, prêchant sur sa route la nouvelle doctrine du salut par Christ (Gal. I. 21).

Nous pouvons dire que la période préparatoire de notre apôtre est achevée en ce moment. Quoiqu'il ne se révèle pas encore par de grands travaux, il devient désormais le prédicateur des païens, sa parole est sans entraves, ou du moins il sait tout dominer par la grâce de son maître. Tandis que Paul évangélisait Tarse, Barnabas vint le chercher comme aide dans la prédication aux Grecs d'Antioche qui avaient cru et auxquels le collége apostolique l'avait délégué. Pendant un an avec l'aide de Barnabas, il annonça la parole, enseignant un grand peuple auquel le vulgaire donna pour la première fois le nom de chrétien Χριστιανος. A la fin de cette année nous voyons l'église d'Antioche bien mériter le nom des disciples du Christ, par l'envoi d'une collecte, dans laquelle chacun donna selon son pouvoir pour subvenir aux besoins des frères de Judée, affligés par une famine prédite par un chrétien du nom d'Agabus, qui arriva sous le règne de Claude. Saul et Barnabas furent chargés de porter cet argent aux anciens à Jérusalem (Act. XI. 25. 30). Après s'être acquittés de cette mission ils revinrent ensemble à Antioche, emmenant avec eux Jean Marc (Act. XII. 28).

Il y avait dans la capitale de la Syrie plusieurs docteurs, Siméon Niger, Lucius de Cyrène et Manahem, et tandis qu'ils jeûnaient ensemble, le Saint-Esprit leur dit : « Séparez-moi Barnabas et Saul pour l'œuvre à laquelle je les ai appelés. » Ils reçurent pieusement cette révélation de la volonté divine, et après avoir prié et imposé les mains à leurs deux collègues, ils les laissèrent partir. Ici commence le premier des grands voyages de l'apôtre dans lesquels il devait faire retentir tout le monde civilisé du nom de Jésus-Christ (Act. XIII. 1-3).

Les missionnaires descendirent à Séleucie qui, située à l'embouchure de l'Oronte, était en quelque sorte le port d'Antioche. De là, ils s'embarquèrent pour Chypre (1) ; dès qu'ils furent à Salamis, ils y prêchèrent l'Evangile ; puis traversant l'île, ils vinrent à Paphos où ils eurent à lutter contre Barjésus Elymas, en présence de Sergius Paulus, proconsul romain, désireux de connaître la vérité qu'il n'avait point trouvée dans sa religion. Ils le convertirent en confondant le magicien (2) frappé par Paul (3) d'un aveuglement qui rappelle le sien. Alors Jean Marc les abandonna pour retourner à Jérusalem (Act. XIII. 4-13).

Les apôtres passèrent en Asie-Mineure. Ils abordèrent probablement à Attalie pour se rendre à Perge qu'ils quittèrent bientôt pour Antioche de Pisidie ; Paul et Barnabas se rendirent à la synagogue de cette ville et après la lecture de la loi et des prophètes, les principaux de la synagogue leur firent dire : « Hommes frères, si vous avez quelque parole d'exhortation pour le peuple, dites-la ! » Paul prit la parole. Ce premier discours que les actes nous rapportent mériterait une analyse et une appréciation détaillées ; nous nous bornerons à constater brièvement qu'il commence par un aperçu rapide de l'histoire d'Israël jusqu'à David ; puis il arrive à celle du Christ dont la mission divine est démontrée par les déclarations des prophètes. Il montre enfin que le salut accomplit les promesses de l'alliance mosaïque (Act. XIII. 16. 41) ; il termine par un avertissement menaçant pour que ses audi-

(1) Selon Néander, patrie de Barnabas, et où il pouvait avoir des relations qui lui servirent de point de départ.

(2) Les magiciens, assez nombreux dans ce temps, s'opposèrent à l'Evangile ou lui firent du tort en voulant exploiter ses charismes. Lucien nous en donne une preuve dans son histoire d'Alexandre d'Abonoteichos.

(3) L'apôtre change de nom. Σαουλ devenu Σαουλος à son entrée en contact avec les Romains et pour leur rappeler sa qualité de citoyen romain, prit la forme Παυλος, nom très-usité chez les Latins. Cette explication de Néander et autres nous paraît plausible.

teurs se gardent de l'incrédulité. Ce discours, preuve incontestable de l'habileté oratoire de Paul, produisit un bon effet sur les Pisidiens. Les juifs et les païens le prièrent de parler de nouveau. Au prochain sabbat, plusieurs juifs prosélytes pieux accompagnèrent Paul et eurent des entretiens avec lui et Barnabas. Au sabbat suivant, presque toute la ville s'assembla pour ouïr la parole de Dieu. Alors les Juifs remplis d'envie commencèrent à contredire Paul et à blasphémer. Les deux apôtres ne perdirent pas courage et leur dirent : « C'était bien à vous que nous devions d'abord annoncer la parole de Dieu ; mais puisque vous la rejetez et que vous vous jugez vous-même indignes de la vie éternelle, voici, nous nous tournons vers les Gentils, car le Seigneur nous l'a ainsi commandé : « Je t'ai établi pour être la lumière des Gentils, afin que tu sois leur salut jusqu'au bout de la terre. » Ces derniers mots réjouirent beaucoup les païens et plusieurs d'entr'eux crurent et la parole du salut se répandit dans les pays environnants ; mais la haine des Juifs s'accrut en proportion, tellement qu'aidés de familles puissantes auxquelles appartenaient des femmes prosélytes, ils excitèrent la persécution contre les prédicateurs et les chassèrent du pays. Alors selon l'enseignement du maître, ils secouèrent la poussière de leurs pieds contre cette ville ingrate et vinrent à Iconie en Lycaonie. Là, leur prédication dans la synagogue fut très fructueuse ; mais ceux des Juifs qui ne crurent pas excitèrent les païens contre les nouveaux disciples. La ville se divisa en deux partis ; une émeute à laquelle se mêlèrent les gouverneurs s'ensuivit et les apôtres en danger d'être lapidés s'enfuirent à Lystre en Lycaonie (II. Tim. III. 11 ; Act. XIII. 51 ; XIV. 1. 5).

Paul guérit dans cet endroit un pauvre perclus qui n'avait jamais marché ; il fit cela après avoir remarqué en lui une grande foi. A la vue de ce miracle fait en public et sans plus de magie que ces mots : « Lève-toi droit sur tes pieds, » les Lycaoniens s'écrièrent dans leur langue : « Les Dieux se sont incarnés pour habiter la terre parmi nous. » Barnabas, peut-être à cause de son extérieur plus imposant, était à leurs yeux Jupiter et Paul, qui parlait le plus souvent, l'interprète des

Dieux, Mercure. Le sacrificateur de Jupiter, soit entraînement de la foule, soit crédulité, soit ruse, soit espoir cupide (1) conduisit à la porte de la ville des taureaux couronnés prêts pour le sacrifice qu'il voulait leur offrir avec le peuple. Mais les apôtres, désolés d'avoir été si mal compris, honteux de ravir un instant au Très-Haut les adorations qui ne sont dues qu'à lui seul, déchirèrent leurs vêtements et se jetèrent au milieu de la foule en criant : « Pourquoi faites-vous cela ? Nous sommes aussi des hommes sujets aux mêmes passions que vous et nous vous annonçons que de ces choses vaines vous vous convertissiez au Dieu vivant qui a fait le ciel, la terre, la mer et toutes les choses qui y sont. Il a laissé les nations marcher dans leurs voies durant les siècles passés ; mais il n'a pas cessé de nous faire du bien en nous envoyant la pluie et la fertilité et en nous donnant la nourriture et la joie. » Ces paroles empêchèrent à peine le sacrifice ; mais les juifs d'Antioche, de Pisidie et d'Iconie, exaspérés des succès de Paul, survinrent, et profitant de la mobilité du peuple, le gagnèrent, puis se mirent à lapider Paul et le traînèrent hors de la ville le croyant mort (II. Cor. XI. 25. II. Tim. III. 11.) Il n'en était rien ; les disciples, prompts à retrouver les symptômes de la vie, s'assemblèrent autour de lui, l'apôtre tout moulu se leva et rentra dans la ville. Le lendemain, oublieux du supplice de la veille, toujours confiant en Dieu, il partit de nouveau avec Barnabas pour Derbe. A Derbe, il instruisit plusieurs personnes et retourna par Lystre, Iconie et Antioche de Pisidie, exhortant les congrégations naissantes et leur faisant sentir (il le savait par expérience) qu'il faut souffrir plusieurs afflictions avant d'entrer dans le royaume de Dieu. Il consulta les assemblées et sur leur proposition établit des anciens dans chaque église, les recommandant au Seigneur en qui ils avaient cru.

---

(1) Faire passer au compte des faux dieux la gloire d'un vrai miracle, pour spéculer ensuite sur la crédulité publique, a été plus d'une fois la tactique des païens. Voyez Simon le magicien, etc.

De Pisidie ils passèrent en Pamphilie, prêchant à Perge et à Attalie, d'où ils s'embarquèrent pour Antioche de Syrie. Là ils assemblèrent l'Église pour lui rendre compte de leur mission. Ils séjournèrent longtemps dans cette église dont l'importance allait toujours croissant. (Act. XIV. 5. 28).

SÉJOUR A ANTIOCHE.

Tandis qu'ils édifiaient l'église d'Antioche, quelques Judeo-chrétiens vinrent la troubler en déclarant qu'il n'y avait de salut que pour les circoncis qui suivaient les ordonnances de Moïse ; ce n'était l'avis ni de Paul, ni de Barnabas. L'Église résolut d'envoyer ceux-ci à Jérusalem avec quelques uns de leurs antagonistes auprès des apôtres et des anciens. Un ordre céleste vint confirmer Paul dans cette mission dogmatique (1).

Les missionnaires accompagnés de Tite (Gal. II. 1 etc,) rendirent ce voyage plus utile encore en évangélisant la Phénicie et la Samarie. A Jérusalem, ils eurent des conférences privées avec Pierre, Jacques et Jean pour s'entendre sur l'évangélisation ; puis dans une assemblée générale de l'Église, après des débats contradictoires, il fut décidé par ce concile (2) qu'on donnerait la main d'association à Paul et à ses compagnons et qu'on les renverrait à Antioche en leur adjoignant Judas Barsabas et Silas ou Sylvanus. Ils étaient porteurs d'une lettre

---

(1) Néander place ce fait en 50, comptant les 14 ans depuis la conversion, qu'il met en 36. Hug le place en 53, c'est-à-dire 3 ans après, comptant les 14 ans à partir du premier voyage à Jérusalem. Quant à ces 14 ans, quelques-uns disent que c'est 4 qu'il faut lire, que Paul ne resta pas aussi longtemps à Tarse, et ils se fondent pour cela sur l'activité de Paul. Ils lisent τεσσαρων, supposant que le chiffre est écrit en signes grecs ; il ne s'agit alors que d'un simple ιοτα introduit par les copistes. Nous ne voyons là qu'une hypothèse, qui est contredite par les manuscrits : ils portent tous δεκατεσσάρων et d'ailleurs la réduction à 4 ans soulèverait une foule de difficultés historiques.

(2) Le seul qui ait eu une autorité infaillible résultant de l'infaillibilité toute personnelle des apôtres de Jésus-Christ.

circulaire, espèce de décret adressé aux églises de Syrie et de Cilicie, au nom de l'église de Jérusalem. Il y était déclaré que la circoncision n'était pas nécessaire, mais qu'il fallait s'abstenir de choses sacrifiées, du sang, des bêtes étouffées et de la fornication. Cette députation produisit un heureux effet sur l'église d'Antioche. Judas Barsabas et Sylvanus haranguèrent les frères et les fortifièrent par plusieurs discours, puis ils furent congédiés avec déférence ; mais Silas préféra rester, et Paul demeura à Antioche enseignant avec les autres docteurs la parole de Dieu (Act. XV. 1. 35).

SECONDE MISSION.

Quelque temps après, Paul proposa à Barnabas de retourner en Asie Mineure pour visiter les églises qu'ils avaient fondées ensemble ; mais ils ne purent s'accorder, parce que Barnabas voulait prendre avec lui son cousin Jean Marc, ce que Paul refusait. Ce jeune homme les avait abandonnés à Paphos lors de leur première mission et l'apôtre pensait que le saint ministère exigeait plus de persévérance. Ils allèrent donc chacun de leur côté : Barnabas à Chypre avec Jean Marc ; Paul à travers la Syrie et la Cilicie avec Silas qui s'était attaché à lui. Ils fortifièrent partout les églises (Act. XV. 30. 41).

Paul passa ainsi à Derbe, puis à Lystre (compar. Act. XVI. 1. 2. et XX. 19.) où il remarqua Timothée qui recevait un bon témoignage des frères de Pisidie. Il le circoncit à cause des juifs qui étaient là, et parce que sa mère était juive : ensuite, il l'emmena avec lui (Act. XVI. 1. 5). Il traversa la Phyrgie sans passer par Colosse (Col. II. 1.) et la Galatie où le mauvais état de sa santé ne l'empêcha pas de prêcher (Gal. IV. 14). De là il vint en Mysie qu'il parcourut jusqu'à Troas. Dans ce lieu, Paul s'adjoignit Luc le médecin (1) et sous l'influence d'une vision remarquable, il résolut d'aller en Europe et d'abord en Macédoine.

---

(1) On induit ceci du changement de pronom dans les Actes. *Nous* remplace *Ils*, ce qui implique la présence de Luc. Le nom de Luc est une abréviation de celui de Lucanus.

Jusqu'ici, l'évangile était resté dans les limites de l'Asie, Paul vint le répandre en Europe. Les destinées du monde moderne sont dans ce fait. Passant par Samothrace, les missionnaires furent en un jour à Néapolis d'où ils se rendirent à Philippes, colonie romaine fort importante (Act. XVI. 6. 11). Paul y séjourna quelque temps (Philip. IV. 9), prêchant en plein air sous des arbres auprès du fleuve, à l'endroit où les Juifs se réunissaient pour leurs ablutions et leur culte.

Une Lydienne, de Thyatire, Lydie, marchande de pourpre, fut convertie et baptisée avec sa famille ; elle offrit ensuite avec beaucoup d'instances sa maison aux missionnaires. Un jour que Paul se rendait à la prière, une esclave animée de l'esprit de Python le suivit en criant : « Ces hommes sont des serviteurs du Dieu suprême et ils vous annoncent le salut. » Ayant fait cela à plusieurs reprises, elle importunait Paul; l'apôtre, ne voulant pas qu'il y eut confusion ou alliance entre Christ et Python, commanda au malin esprit de sortir de cette fille et elle fut guérie. Alors ses maîtres voyant qu'ils ne pouvaient plus comme auparavant tirer profit de ses divinations, se saisirent de Paul et de Silas (1) et les traînèrent au forum devant les décemvirs, magistrats municipaux, les accusant de troubler la ville par des maximes contraires à l'ordre public. Le peuple comme de coutume, s'ameuta contre les apôtres et les magistrats les firent fouetter et jeter en prison sous bonne garde. Le geôlier les mit dans le cachot le plus profond avec des entraves au pied. Cependant les apôtres au lieu de se lamenter et de perdre courage, voulurent faire tourner leur captivité au profit de la gloire de Dieu. Ils entonnèrent des cantiques qui, résonnant dans toute la prison, portèrent, malgré l'épaisseur des murs, le nom de Jésus-Christ aux oreilles des autres détenus et du geôlier. Soudain, à minuit un tremblement de terre brisa toutes les chaînes et ouvrit toutes les portes. Le geôlier s'éveilla en sursaut, vit les cachots ouverts et, pensant que les prisonniers dont il était responsable s'étaient enfuis,

---

(1) Luc le médecin ne fut pas compris dans cette arrestation, aussi ne figure-t-il plus comme témoin oculaire jusqu'au retour de Paul à Philippes.

voulut se tuer; mais Paul lui cria: « Ne te fais aucun mal, nous sommes tous ici. » Touché d'une telle conduite, le geôlier vint se jeter aux pieds des chrétiens, leur demandant ce qu'il fallait faire pour être sauvé. Il reçut docilement leurs instructions, puis lava leurs blessures et reçut le baptême avec toute sa famille ; il les mena chez lui et leur servit a manger. Quand le jour fut venu, les gouverneurs pensant en avoir assez fait pour satisfaire les accusateurs, firent élargir les apôtres. Paul, assez fier pour repousser les outrages inutiles à la cause de l'Evangile et tenant par dignité à ses droits, dit aux huissiers qu'il était Romain et qu'après avoir été publiquement outragé, il voulait être publiquement libéré par eux. Les décemvirs ayant appris la bourgeoisie de Paul craignirent, car il n'était pas permis de frapper un citoyen romain, et vinrent sur le champ lui faire leurs excuses en le priant de partir. Alors Paul alla chez Lydie consoler les frères affligés de son départ (voyez Actes XVI. 12. 40).

De Philippes il se rendit à Thessalonique, en passant par Amphipolis et Appollonie (I. Thes. II. 1.) Pendant trois sabbats il y expliqua la Messianité de Jésus. Ces prédications eurent un grand succès ; car plusieurs juifs, une multitude de grecs et des femmes de qualité en grand nombre crurent à sa parole (Act. XVII. 1. 4.); Paul parla aussi dans les maisons des païens et leur expliqua la loi chrétienne (I. Thess. II. 9.); Deux fois il reçut, sans les avoir sollicités, des présents des Philippiens, témoignage de l'affection que lui avait vouée cette église naissante (Philip. IV. 16.) Néanmoins il travaillait aussi de ses mains pour ne pas surcharger l'Église (I. Thes. II. 9; II. Thes III. 8; I. Cor. IX, 16. 18.) Dans cet état de calme, il prévoyait les persécutions qui l'attendaient (I Thes. III. 4.), et elles ne tardèrent pas; car les Juifs ayant ramassé quelques fainéants remplis de malice firent une émeute, cherchèrent Paul chez Jason ; ne le trouvant pas, pour ne pas se retirer les mains vides, ils s'emparèrent de ce dernier et de quelques autres chrétiens, accusant les disciples de révolte contre l'empereur Claude ; mais les magistrats, ayant reçu caution de Jason et de ses coaccusés, les laissèrent aller et les frères firent échapper de

nuit, Paul et Silas (1) (Act. XVII. 5. 10.). Cette église se ressentit de l'opposition des Juifs et fut surtout composée de païens convertis.

Paul prévoyant que des persécutions attendaient les croyants et que l'Eglise aurait besoin d'être encouragée avait le projet de retourner à Thessalonique. En attendant le moment favorable il vint à Bérée, et prêcha dans la synagogue ; les Juifs reçurent sa parole avec empressement, conférant les écritures, c'est-à-dire l'Ancien Testament, pour voir si la parole des apôtres y était conforme. Des hommes et des femmes grecques de distinction crurent aussi en assez grand nombre ; mais quand les Juifs de Thessalonique apprirent les succès de Paul à Bérée, ils vinrent pour les détruire. Il y eut encore une émeute ; mais les frères firent sortir Paul, tandis que Silas et Timothée restaient dans la ville. Ceux qui avaient pris la charge de mettre Paul en sureté l'accompagnèrent jusqu'à Athènes. (2)

D'Athènes les compagnons de Paul vinrent dire de sa part à Silas et à Timothée qu'ils vinssent le rejoindre au plus tôt.

L'esprit ému de l'excès de l'idolâtrie du peuple Athénien, l'apôtre désirait répandre la doctrine évangélique et cherchait tous les moyens de gagner le cœur de ce peuple intelligent, mais léger. Dans la synagogue il prêchait aux juifs, dans le forum d'Erétrie il discutait avec les philosophes et les oisifs. Parmi les discoureurs il avait surtout affaire avec les Stoïciens et les Epicuriens dont les écoles étaient voisines, quoique leurs tendances morales fussent opposées. La curiosité du peuple athénien et des étrangers qui fréquentaient cette ville célèbre

---

(1) Néander pense que Timothée resta à Thessalonique et ne rejoignit Paul qu'à Bérée, et il se fonde sur ce qu'au départ Paul et Silas sont seuls nommés ; c'est possible, mais la preuve n'est pas suffisante.

(2) On peut douter si Paul fut par terre ou par mer ; ὡς (Act. XVII. 14) pourrait indiquer que sa direction était la route de mer ; c'était le chemin le plus court, mais Paul, dans d'autres circonstances, prit la direction de la mer pour éviter les Juifs (Act. XX, 3), et l'escorte convient davantage à un voyage de terre (Act. XVII, 1, 5). Nous penchons pour la voie de terre.— De Bérée, Timothée fut à Thessalonique remplir la mission que Paul aurait voulu faire lui-même.

lui procura des auditeurs frivoles, mais impressionnables. Ils voulurent en savoir davantage sur ce harangueur qui selon quelques uns annonçait des dieux étrangers (1) ; aussi pour être plus à l'aise le menèrent-ils dans l'enceinte de l'Aréopage. Paul se mettant à leur point de vue en appela à leur dévotion (2) et leur montra qu'il venait prêcher un Dieu qu'ils adoraient sous le nom de Dieu Inconnu (3), ce qui voulait dire aussi qu'ils adoraient le vrai Dieu sans le connaître. Il leur déclara que ce Dieu est le seul créateur de toutes choses, qu'il est infini, tout-puissant et bon ; que tous les hommes sont nés d'un même père, et sont tous frères, que les humains sont gouvernés par Dieu et que leur fin sur cette terre est de chercher ce Dieu qui nous a faits de sa race. En conséquence, nous ne devons pas considérer comme dieux les idoles faites par l'art humain. Après les ténèbres du passé, Dieu annonce à présent la vérité, en ordonnant la repentance et menaçant le monde entier du juste jugement de celui qu'il a établi juge et qu'il a désigné à tout le monde en le ressuscitant des morts.... Au mot de résurrection des morts, il se fit un grand vacarme dans l'assemblée ; les incrédules se moquant de l'apôtre, les indécis le renvoyant à plus tard. Quelques uns pourtant se joignirent à lui, entr'autres Denys de l'Aréopage et une dame courageuse, prosélyte de la doctrine nouvelle, nommée Damaris.

Ces succès ne retinrent pas Paul, il fut bientôt à Corinthe. Dans cette ville il trouva deux juifs, peut-être déjà chrétiens, Aquilas (4)

---

(1) Ils prenaient sans doute Jésus pour un Dieu et la résurrection pour une déesse (Act. XVII, 18).

(2) Ils avaient une foule d'autels ; selon Pausanias, eux seuls avaient élevé un autel à la pitié.

(3) L'autel à un dieu inconnu est constaté par Pausanias, Elien et Diogène de Laerte. Jérome rapporte cette inscription : Diis Asiæ et Europæ et Lybiæ, Diis ignotis et peregrinis.

(4) Juif né dans le Pont, fabricant de tentes, converti de bonne heure avec sa femme Prisca ou Priscilla. Ils furent à Ephèse avec Paul, exposèrent leur vie pour lui dans l'émeute, ou antérieurement, instruisirent Apollos dans le baptême de Jésus. Ils revinrent à Rome, où leur maison servit d'église (Act. VIII. 26. Rom. XVI. 4). Ils y étaient encore après un long séjour à Ephèse à la mort de Paul (II Tim. IV. 19).

et Priscilla sa femme, que l'édit de bannissement de Claude avait forcés de quitter Rome. Comme ils étaient du même métier, ils travaillaient ensemble, car Paul, pour n'être à charge à personne, se mit à exercer son ancien métier de fabricant de tentes. Chaque sabbat il parlait à la synagogue et persuadait tant les Juifs que les païens. On remarque deux tendances chez les Corinthiens, la recherche de la sagesse des Grecs et la soif des miracles des Juifs; en leur présence, Paul employa surtout pour preuve la démonstration d'esprit et de puissance (I. Cor II. 4). L'Église se composa d'abord de gens de basse extraction (I. Cor. I. 26.) qui s'étaient adonnés aux impuretés de la plus impure des villes grecques (1) (I. Cor. VI. 11). Silas et Timothée revinrent de Thessalonique (2) et Paul se mit à prêcher ouvertement que Jésus était le Messie. Cette déclaration irrita les Juifs à un tel point qu'il dut leur dire : « Que votre sang soit sur votre tête, j'en suis net ! Je m'en vais dès à présent vers les païens. » Et joignant la réalité à la menace , il entra aussitôt chez Justus, païen couverti, dont la maison touchait à la synagogue. Il ne tarda pas à recevoir de grands encouragements pour cette conduite hardie ; une vision l'excita à parler sans crainte et plusieurs crurent et furent baptisés ; le chef de la synagogue , Crispus, se joignit à eux avec toute sa famille. A cette époque, il écrivit en son nom et au nom de ses deux compagnons Timothée et Silas (3) une lettre aux Thessaloniciens. La rédaction de cette lettre fut amenée par le rapport de Timothée sur l'état de l'Eglise et l'épître fut destinée à suppléer à l'absence de l'apôtre. Cependant Annœus Gallion frère de Sénèque le philosophe, étant devenu proconsul d'Achaïe, les Juifs s'accordèrent pour accuser Paul et l'amenèrent devant son tribunal, l'accusant de parler contre l'observation de la loi. Paul allait se jus-

---

(1) Nous ne relaterons pas toutes les abominations qui se commettaient à Corinthe ; qu'il nous suffise de constater que la dépravation morale de ses habitants était passée en proverbe.

(2) Les Actes disent seulement de Macédoine (XVIII. 5) ; mais I Thes. III. 1. 7, constate la mission à Thessalonique.

(3) L'épître porte Sylvanus : mais c'est le nom dont Silas est l'abrégé.

tifier lorsque le proconsul, homme d'un caractère doux, opposa aux Israëlites une fin de non recevoir. « S'il s'agissait de quelque injustice ou de quelque crime, » leur dit-il, « je vous rendrai justice; mais puisqu'il n'est question que de querelles de mots et de votre loi, je ne veux pas en juger, mettez y ordre vous-mêmes, » et il les fit retirer. Alors, les Grecs, outrés de l'accusation des Juifs, prirent le chef de la synagogue Sosthènes, et le battirent impunément devant le tribunal. La tentative des Juifs ne tourna donc qu'à leur honte et n'entrava en aucune façon le ministère de Paul. Celui-ci ayant appris que sa lettre aux Thessaloniciens avait manqué son but par suite des mauvaises dispositions d'un certain parti qui agitait l'église, prit la résolution de leur écrire une seconde lettre et il le fit encore au nom de Timothée et de Silas en l'apostillant de sa main pour éviter la contrefaçon. Il avait baptisé Gaïus, Crispus et Stephanas (I.Cor. I. 14.17.); les autres chrétiens l'avaient été par ses compagnons. Parmi les fruits de son ministère, on peut compter la conversion de la famille de Cloé, Achaïque, Fortunatus, Sosthènes, plus tard pasteur à Corinthe, la diaconesse Phoébé qui habitait Cenchrée. Ayant demeuré à Corinthe encore un certain temps, temps de repos qui le préparait à ses travaux ultérieurs, il fut à Cenchrée (1), localité voisine, avec Aquilas et Priscilla et par suite d'un vœu (2) il s'y fit raser la tête.

Paul ne tarda pas à arriver avec ses compagnons à Ephèse, où il parla aux Juifs dans leur synagogue de manière à leur faire désirer qu'il prolongeât son séjour parmi eux ; mais il ne voulut pas obtem-

---

(1) Cenchrée et Léchée étaient les deux portes de Corinthe.

(2) Les vœux de Nazareat consistaient à s'abstenir de vin pendant trois jours, se faire couper les cheveux et offrir un sacrifice à Jérusalem. Ils se faisaient par reconnaissance pour une demande exaucée, pour un malheur évité. Paul judaïsant avec les Juifs avait fait un vœu à Corinthe et il l'accomplit ici, manifestant de la sorte sa fidélité à ses promesses ; et il est probable que les autres parties du vœu furent exécutées, quoiqu'on ne nous le raconte pas ; quant à ceux qui disent que le vœu ne regardait pas Paul, mais Aquilas, nous ne pouvons suivre leur manière de voir, qui tord le sens grammatical du texte grec (Act. XVIII. 18.).

pérer à leur demande, leur disant: « il me faut absolument faire la fête prochaine à Jérusalem; mais je reviendrai vers vous, s'il plaît à Dieu. » Cette pensée de nécessité d'aller à Jérusalem s'explique par le sacrifice attaché au vœu.

Alors il désancra, laissant là Priscilla et Aquilas, et le vaisseau le conduisit à Césarée, d'où il se rendit à la ville sainte (1). Il fit son sacrifice et salua l'église, encore unie malgré les mauvaises dispositions de plusieurs zélateurs fanatiques de la loi. Il prit part à la fête de la Pentecôte. Puis de ces contrées montueuses, il descendit à Antioche au travers de la Samarie et des plaines de la Syrie.

SECOND SÉJOUR A ANTIOCHE.

A Antioche, dans ce centre important du christianisme naissant, l'apôtre Paul fit un dernier séjour de quelque durée. C'est à cette époque que nous devons rapporter les faits suivants : Pierre était à Antioche et s'accordait avec Paul, lorsque vinrent de Jérusalem quelques Judéo-chrétiens se disant envoyés de Jacques et prêchant que les nouveaux Chrétiens devaient se soumettre à la loi cérémonielle des Juifs ; l'apôtre Pierre, sous la pression des faux émissaires, fit comme eux et entraîna même Barnabas par son exemple, (Gal. II. 12. 18). Paul, indigné d'une prétention qui ne tendait à rien moins qu'à l'anéantissement de la doctrine du salut par grâce, résista en face à Pierre (2) : et lui dit : « Si toi qui es juif as vécu comme un païen, pourquoi veux-tu forcer les païens à vivre comme les juifs ? » Cette parole incisive fit revenir l'apôtre égaré à une notion plus saine du dogme évangélique (I Pierre I. 18. 19; II. Pierre I. 1; III. 15. 16.).

---

(1) Le texte dit seulement qu'*il monta*, mais c'était l'expression consacrée pour dire *aller à Jérusalem ;* il est donc fort présumable, et la plupart des commentateurs l'ont ainsi compris, qu'il fut faire son sacrifice à Jérusalem. Voyez Néander.

(2) On a exploité ce fait en le dénaturant ou en l'exagérant. On s'en est fait un moyen de ruiner l'autorité apostolique ; remarquons qu'une erreur bientôt reconnue et réparée ne suffit pas pour anéantir l'inspiration des apôtres, d'autant plus que la

TROISIÈME MISSION.

D'Antioche Paul partit pour un nouveau voyage d'évangélisation; il se rendit en Galatie et en Phrygie, fortifiant les disciples. Il fut reçu par eux avec une joie et une affection extraordinaires. Après avoir réglé les collectes (Act. XVIII. 23; Gal. IV. 14. 15; I. Cor XVI. 1.), il descendit selon sa promesse (Act. XVIII. 22.) à Ephèse où il resta près de trois ans (Act. XX. 31.), travaillant pour gagner sa vie et celle de ses compagnons (Act. XX. 34; I. Cor. IV. 12.). Pendant ce long séjour, il ne s'épargna pas à l'œuvre de l'évangélisation. Parmi les juifs auxquels Paul prêcha d'abord se trouvaient douze disciples de Jean-Baptiste qui avaient reçu son baptême, mais qui n'avaient pas même entendu parler du St.-Esprit. Paul leur prêcha Christ; ils le crurent, et ayant reçu l'imposition des mains, le St.-Esprit descendit sur eux, et se manifesta par des dons particuliers (Act. XIX. 1. 17.). Dans la synagogue, il parla hardiment, pendant trois mois, mais comme une minorité rebelle s'endurcissait, il sépara les croyants des incrédules; puis il évangélisa les Païens par des discussions quotidiennes dans l'école de Tyrannus. Malgré l'opposition des Juifs une grande porte lui fut ouverte (I. Cor. XVI. 9.). Il continua cette prédication pendant deux ans, disséminant ainsi la vérité

---

question de la foi et des œuvres ne se présentait ici que par son côté disciplinaire. La nécessité de concessions au parti juif entraîna Pierre malgré lui. Il avait encore ce caractère fluctuant qui le distingua pendant la vie de Jésus. Paul, par contre, apportait une grande ardeur dans la proclamation du principe de la liberté chrétienne vis-à-vis de la loi rituelle. Le caractère des apôtres n'est pas parfait, mais on n'en peut pas conclure qu'ils n'aient reçu les dons surnaturels du Saint-Esprit pour nous transmettre par écrit la saine doctrine. On peut voir ici l'origine d'un parti moitié juif moitié chrétien qui se manifesta bientôt dans toutes les églises et contre lequel Paul est toujours à lutter. Dans le fait que Paul judaïsait à Jérusalem avec les Juifs et qu'il agissait autrement avec les Païens, plusieurs virent une contradiction. Dans ses épîtres Paul répond à ce parti; il démontre sa sincérité et détruit l'accusation d'inconséquence.

parmi les Juifs et les Grecs de toute l'Asie-Mineure. (1) Pendant ce temps il écrivit aux Galates de sa propre main et cela par affection pour eux. Il avait besoin de réfuter les idées pernicieuses et charnelles auxquelles ils étaient adonnés et de détruire les calomnies dont il était le sujet. Il écrivit aussi en réponse à l'église de Corinthe une première lettre pour combattre leurs schismes et leurs erreurs, pour répondre à leurs questions sur divers sujets dogmatiques et pratiques. Cette lettre était écrite en son nom et en celui de leur pasteur Sosthènes.

Dieu opérait par les mains de Paul de nombreux miracles, de sorte que des vêtements qui avaient touché son corps, guérissaient les malades sur lesquels on les appliquait. Sept juifs exorcistes, fils de Scéva, principal sacrificateur, voyant la puissance du nom de Christ essayèrent de l'invoquer sur les possédés. Ils employaient cette formule : « Nous vous conjurons par ce Jésus que Paul prêche, » et l'esprit malin répondait : « Je connais Jésus et je sais qui est Paul, mais vous qui êtes-vous ? » Un possédé leur sauta à la gorge et les maltraita au point qu'ils durent s'enfuir nus et blessés. Ce fait vint à la connaissance des Juifs et des Grecs qui furent saisis de crainte et de respect pour le nom de Jésus; plusieurs même furent amenés à croire tant par ce fait que par les exhortations de Paul contre la magie, de sorte que ceux qui s'étaient adonnés aux sciences occultes apportèrent leurs livres aux pieds de l'apôtre et les brûlèrent publiquement (1).

On supputa le prix de ce sacrifice d'un nouveau genre et il s'éleva à la somme de 50,000 pièces d'argent (Act. XIX. 11. 19.), mais ces succès visibles ne furent pas sans revers (II. Cor. I. 8.) Paul eut à subir des persécutions cruelles que nous ne connaissons pas en détail,

---

(1) Le commerce et le culte de Diane attiraient beaucoup de voyageurs à Ephèse; c'est par eux que l'évangile se propagea dans les pays d'alentour.

(2) Ephèse était adonnée au culte mystique de Diane ou Artémis; on y faisait des formules magiques supposées d'une grande puissance, Εφεσια γραματα. Plutarque, Clément d'Alexandrie. Les Ephésiens étaient, parait-il, d'un caractère fort mobile.

mais dans lesquelles Aquilas et Priscilla lui sauvèrent la vie ; il eut à combattre contre les bêtes féroces (1) (I. Cor. XV. 32; Rom. XVI. 4).

Paul prit la résolution d'aller en Macédoine, puis en Achaïe, de là à Jérusalem, et enfin à Rome : aussi envoya-t-il d'avance en Macédoine Timothée et Eraste. Il resta encore quelques jours à Ephèse, mais il fut contraint de hâter son départ. Une grande émeute s'éleva contre lui. Cette fois ce n'étaient pas les Juifs qui en étaient les instigateurs, mais un orfèvre païen que l'intérêt de son métier excita contre le prédicateur de la nouvelle religion. Démétrius, fabricant de petits temples de Diane en argent, rassembla les ouvriers de son métier, les ameuta au nom de leurs affaires et de la gloire de la grande déesse Artemis. Ce double mobile de l'intérêt et du fanatisme les mit dans une grande colère ; ils remplirent la ville de confusion. « Grande est la Diane des Ephésiens, » criaient-ils! La foule se rendit au théâtre et s'empara de deux Macédoniens (1), compagnons de Paul, Gaïus et Aristarque. Alors l'apôtre voulut entrer au théâtre pour parler au peuple, mais ses amis l'empêchèrent d'exposer sa vie, et même quelques magistrats (2), appelés Asiarques, lui firent dire par intérêt pour sa vie de ne pas s'y rendre. Les uns criaient d'une façon, les autres d'une autre et l'assemblée était si confuse que beaucoup ne savaient pas même de quoi il était question. Alors Alexandre (peut-être orfèvre, mais en tout cas juif et poussé par les Juifs), voulut parler pour excuser le tumulte, auquel il avait peut être pris part. Quand les émeutiers eurent reconnu sa nationalité, ils vociférèrent pendant près de deux heures leur cri de ralliement. Alors le secrétaire de la ville ayant pu obtenir un peu de silence, voulut apaiser le peuple en lui faisant remar-

---

(1) Ceci peut sans doute se prendre au figuré, mais n'indique pas moins une grande lutte.

(2) Etaient-ils au théâtre ou y furent-ils conduits ? Je ne sais.

(3) Il y avait à Ephèse des magistrats chargés d'administrer les choses sacrées et les jeux publics. De plus, chaque ville du Κοινον της Ασιας choisissait annuellement un député pour le collége des Asiarques ; le nom de son président servait à dater les événements publics.

quer que la majesté de Diane était incontestable, qu'il fallait agir prudemment et que les prisonniers n'avaient pas blasphémé contre la déesse, que si Démétrius et ses compagnons avaient quelques crimes à leur reprocher, il y avait des proconsuls pour rendre la justice, que ce tumulte pouvait les faire accuser de sédition sans motifs. Ce discours habile et sage apaisa l'assemblée qui fut bientôt dissoute (Act. XIX. 23 ; XX. 1).

Le départ de Paul suivit de près cette échauffourrée; il embrassa les disciples et se rendit à Troas, espérant y trouver Tite (II Cor. II. 12. 13); ne l'ayant pas rencontré, il passa en Macédoine. Pendant quelque temps, il exhorta les fidèles de Philippes, parmi eux il trouva Tite, qui lui donna des nouvelles des frères de Corinthe. Désireux d'aller les voir, de hâter la collecte et de leur exprimer ses sentiments sur les rapports de Tite, il leur écrivit une seconde lettre dont il chargea Tite et deux frères dévoués (II. Cor. VIII. 12.) L'un d'eux, choisi par les Églises, était connu par ses travaux apostoliques ; on peut supposer que c'était Luc.

Paul passa tout l'été et tout l'automne en Macédoine (selon Néander) et étendit ses travaux jusqu'en Illyrie (1). L'apôtre vint en Grèce et séjourna trois mois d'hiver à Corinthe. Ayant le projet d'aller à Rome après son retour à Jérusalem, il voulut préparer les esprits à sa venue et leur donner une exposition complète de la doctrine du salut par la foi ; c'est pourquoi il écrivit aux Romains une de ses épîtres les plus importantes, tant par son étendue, que par les dogmes qu'elle renferme. Les Juifs lui ayant tendu des embûches par la route de Syrie, il prit celle de la Macédoine qu'il aimait tant. Sopater, Aristarque, Second, Gaïus, Timothée, Tychique et Trophime furent l'attendre à Troas.

Après les jours des pains azymes, en compagnie de Luc, Paul se

---

(1) Rom. XV. 17 ne dit pas si l'apôtre prêcha lui-même en Illyrie, et II Cor. X. 14 ne peut pas signifier d'une manière absolue que l'Achaïe fût la limite de son voyage ; il y a donc doute sur cette partie du voyage, que Néander place entre 58 et 59.

rendit à Troas en cinq jours et ils y restèrent sept jours. Le premier jour de la semaine comme ils étaient assemblés pour rompre le pain, Paul, qui devait partir le lendemain, fit un long discours pendant lequel un jeune homme, nommé Eutyche s'endormit, tomba d'un troisième étage et fut relevé mort. Paul le guérit par un simple attouchement, et remonta pour rompre le pain ; il prolongea ensuite son discours jusqu'au lever du soleil.

Alors ses compagnons reprirent la mer, tandis que Paul suivait le littoral à pied ; ils se joignirent à Assos, d'où ils naviguèrent à Mytilène, le lendemain à Chios, puis à Samos, Trogyle, Milet. Pressé de se rendre à Jérusalem pour la Pentecôte, Paul ne voulut pas aller à Ephèse ; c'est pourquoi il convoqua les pasteurs de cette ville et des environs à Milet et leur tint un discours dans lequel il résume les faits de sa conduite et ses enseignements. L'idée qu'il va à Jérusalem sans savoir ce qui lui adviendra, la pensée qu'il ne les reverra plus l'attristent ; mais il leur a annoncé le conseil de Dieu, ce qui met sa conscience en repos. Il leur recommande de veiller sur eux-mêmes et sur leur troupeau, à cause des doctrines corrompues qui s'élèvent parmi eux. Il les engage au désintéressement, avis déjà nécessaire au clergé de ce temps ; il les recommande à Dieu et leur rappelle son exemple. Ce discours fort touchant qui est comme son testament aux églises d'Asie, fut suivi d'une fervente prière ; tous fondirent en larmes en se jetant au cou de Paul. Tels furent les adieux pénibles de ces pasteurs affligés de le voir partir avec l'appréhension de ne plus presser sa main, ni revoir son visage (Act. XX. 16. 38 ; Irénée III. 14).

De Milet Paul se rembarqua pour Cos, de là il vint à Rhodes, puis à Patara où il prit un navire qui allait en Phénicie. Laissant Chypre à gauche et cotoyant la Syrie, l'apôtre et sa compagnie arrivèrent à Tyr, où le navire laissait sa charge. Ils y restèrent 7 jours chez des disciples qui engagèrent Paul à ne pas monter à Jérusalem ; mais il était résolu à le faire, les chrétiens l'accompagnèrent avec leurs femmes et leurs enfants jusque hors de la ville, et après avoir fait la prière sur

le rivage, il s'embarqua pour Ptolémaïs qui fut le terme de sa navigation. Il y resta un jour chez les chrétiens ; puis vint à Césarée chez l'évangéliste Philippe. Tandis qu'il y était, un prophète, de Judée, Agabus, prédit à Paul qu'il serait lié et livré aux païens. Alors ses compagnons le prièrent de ne pas aller à Jérusalem ; mais ils n'ébranlèrent pas le courage de l'apôtre. « Que faites-vous en pleurant et en affligeant mon » cœur ? je suis prêt non seulement à être lié, mais aussi à mourir à » Jérusalem pour le nom du Seigneur. » A l'ouïe de cette déclaration héroïque, ses compagnons se bornèrent à dire : « la volonté du Seigneur soit faite. » Quelques jours après accompagné de Mnason de Chypre, de quelques disciples de Césarée et de ceux qu'il avait emmenés dans ses voyages, il arriva à Jérusalem (Act. XXI. 1. 16.) et fut reçu avec joie par les disciples. Le lendemain il fut chez Jacques auprès duquel tous les anciens furent convoqués. Après les avoir embrassés, il leur raconta en détail les événements de sa mission. Ce récit éleva leur cœur reconnaissant vers Dieu ; à leur tour ils dirent à Paul la situation florissante de l'Église et l'opinion que les Judéo-chrétiens avaient de lui à cause de sa liberté chrétienne. Ils lui conseillèrent pour prévenir l'opinion publique de se joindre à quatre personnes qui faisaient un vœu, de se purifier avec elles et de contribuer à leur don, afin de montrer qu'il n'avait pas abandonné la loi. Quant à ce qui regardait les Pagano-chrétiens, il fallait s'en tenir aux prescriptions du concile de Jérusalem. Paul se rendit à leurs raisons et s'étant purifié il entra au temple avec ceux qui faisaient leur vœu.

PREMIÈRE CAPTIVITÉ.

Comme les 7 jours de purification finissaient, quelques Juifs d'Asie, l'ayant vu dans la ville avec Trophime, pagano-chrétien d'Ephèse, s'imaginèrent que Paul l'avait amené au temple et soulevèrent le peuple sous ce prétexte mal fondé. Ils s'emparèrent de sa personne, le traînèrent hors du temple et fermèrent les portes de la ville. Comme ils tâchaient de le tuer, Claudius Lysias, tribun de la citadelle

romaine, apprenant que la ville était en émeute, prit des centurions et des soldats et vint vers le rassemblement. A leur vue, on cessa de frapper Paul. Le tribun prenant l'apôtre pour un Egyptien qui avait excité une révolte, et s'était retiré au désert avec 40,000 brigands, le fit prendre et lier de deux chaînes. Une fois assuré de la personne de celui qui était l'occasion du trouble, il demanda de quoi il était question; mais il ne put rien apprendre de certain au milieu de cette cohue; il fit donc amener provisoirement Paul dans la forteresse. Le peuple suivit en foule criant : « fais-le mourir. » Les soldats durent porter Paul sur le perron de la citadelle, à cause de la pression de la foule. Au moment d'entrer, il dit au tribun qu'il était juif et qu'il désirait parler au peuple ; Lysias le lui ayant permis, il fit signe de la main à la foule, et au milieu d'un profond silence, il commença à leur parler en hébreu. Au son de l'idiôme national, le peuple écouta avec une plus grande attention encore l'apologie de l'apôtre. Pour prendre la parole dans cette circonstance, il fallait un grand courage et une conscience bien tranquille. Paul fit sa harangue en commençant par établir ce qu'il était comme juif : sa patrie, son éducation, son zèle pour la loi, ses persécutions contre les chrétiens. Passant à sa conversion, il la raconta dans tous ses détails. Quand il vint à parler de cette vision dans le temple, dans laquelle il reçut du Christ l'ordre de prêcher aux Gentils, les Juifs se mirent dans une grande colère, demandant sa mort, et pour augmenter le vacarme ils secouèrent leurs vêtements et jetèrent de la poussière en l'air. Alors le tribun le fit entrer dans la forteresse Antonia et voulut lui appliquer la question des verges. Il était déjà garotté avec des courroies, lorsque s'étant réclamé du titre de citoyen romain, le centurion, chargé de veiller à l'interrogatoire, vint rendre compte au tribun de cette réclamation et Lysias fit retirer les tortionnaires et craignit même pour l'avoir fait lier. Afin de savoir au juste de quoi on l'accusait, il le présenta le lendemain au sanhédrin assemblé. Paul regarda hardiment le conseil et dit : « Frères, je me suis conduit en bonne conscience devant Dieu jusqu'à ce jour. » Sur quoi Ananias, souverain sacrificateur, ordonna qu'il fut souffleté. Paul

outré de son injustice, s'écria: « Dieu te frappera, muraille blanchie; » mais il rétracta bientôt ce cri d'indignation, quand on lui eut fait remarquer qu'il parlait au souverain sacrificateur. Voyant qu'il n'avait rien à gagner de leur justice, il fit surgir entr'eux la discussion sans fin du pharisaïsme et du sadducéïsme. Cette habile défense mit de son côté tout le parti des pharisiens. Cependant, dans le tumulte, Paul risquait trop et le tribun le fit enlever par ses soldats et ramener à la forteresse. Au milieu de ces afflictions, il plut à Dieu de relever le courage de son serviteur et pendant la nuit le Seigneur vint l'encourager en lui annonçant qu'il ne périrait pas à Jérusalem, mais qu'il irait lui servir de témoin à Rome. Un complot se tramait contre ses jours; plus de 40 Juifs étaient résolus de le tuer, tandis qu'il irait au conseil mandé par les sacrificateurs. Cette trahison fut connue du neveu de Paul, il vint le déclarer à l'apôtre, qui l'envoya au tribun. Celui-ci ordonna au jeune homme de garder le silence sur cette affaire puis il fit préparer sous les soins de deux centurions une formidable escorte qui mena Paul à Césarée. Lysias envoyait par la même occasion une lettre au gouverneur romain Félix. Dans cette lettre, après l'avoir salué, il racontait le fait. Paul avait été saisi par les Juifs et enlevé d'entre leurs mains par lui, il l'avait mené au Sanhédrin, où on ne l'avait accusé d'aucun crime, mais seulement taxé d'hérésie. Pour le sauver d'une embûche il le lui envoyait bien escorté promettant d'envoyer ultérieurement les accusateurs. Du reste, le tribun n'eut garde de dire ce qui pouvait le compromettre dans cette affaire. Paul fut donc mené de nuit à Antipatris, par 400 soldats à pied et 70 cavaliers. De là les fantassins s'en retournèrent à la forteresse et Paul continua sa route avec la cavalerie vers Césarée où il fut présenté au gouverneur Félix, homme très incapable (selon Néander), qui renvoya de l'entendre jusqu'à l'arrivée de ses accusateurs et le fit garder dans le palais d'Hérode; c'était en l'an 60.

Cinq jours après, Ananias, le sanhédrin et un orateur Tertullius vinrent comparaître devant Félix. Tertullius prit la parole pour accuser l'apôtre d'être le chef dangereux des Nazaréens et d'avoir profané

e temple ; il en appelait en commençant à la sagesse du gouverneur et en finissant à la véracité de Paul. Celui-ci répondit qu'il était monté à Jérusalem à peine 12 jours auparavant et qu'il n'avait en aucune façon ému le peuple, qu'il avait bonne conscience, qu'il était allé porter des aumônes à Jérusalem, que ses vrais accusateurs étaient absents, puisque c'étaient des Juifs d'Asie qui l'avaient rencontré au temple sans attroupement et purifié, que le conseil n'avait trouvé aucun motif de blâme contre lui. Félix, embarrassé de cette affaire, la remit à plus ample informé sur la secte nouvelle et sur le témoignage de Lysias. Là-dessus il confia Paul à un centurion et lui laissa la liberté de voir ses amis et de recevoir leurs soins.

Quelques jours après, en compagnie de sa femme Drusilla qui était Juive, il fit venir Paul ; mais comme l'apôtre en appelait à sa conscience, lui parlait de la justice, de la tempérance et du jugement futur, le gouverneur tout effrayé le renvoya à plus tard ; néanmoins il le mandait souvent et s'entretenait avec lui dans l'espoir que Paul lui donnerait de l'argent pour acheter sa liberté. Deux ans s'écoulèrent, Félix fut rappelé par l'empereur et Portius Festus lui succéda dans le gouvernement de la Judée romaine. Celui-ci pour commencer son gouvernement par une complaisance envers les Juifs, laissa Paul en prison ; mais le sanhédrin ne fut pas satisfait de cette faible vengeance, sa haine voulait du sang. Festus étant venu à Jérusalem, le souverain sacrificateur et les anciens demandèrent le transfert de Paul à Jérusalem, avec l'intention de le faire assassiner en route, mais Festus répondit que Paul était bien gardé et que lui-même allait à Césarée. Il engagea les accusateurs à l'accompagner à sa résidence. Environ dix jours après, il revint à Césarée avec quelques Juifs qui accusèrent Paul de nombreux crimes qu'ils ne purent prouver. L'apôtre répondit en démontrant son innocence. Alors Festus, pour plaire aux Juifs lui proposa d'aller à Jérusalem, mais Paul, comme s'il eut pressenti ce qui lui adviendrait en allant à Jérusalem, en tout cas n'espérant rien de la justice d'un homme qui désirait se concilier à ses dépens l'esprit de ses ennemis, en appela au tribunal suprême de l'empereur, comme citoyen romain. Festus délibéra sur sa

demande avec le conseil et décida qu'il irait à Rome. Quelques jours après, le roi Agrippa et Bérénice vinrent saluer Festus: celui-ci eut l'occasion de leur parler de Paul et de son affaire; ce qu'il leur en dit excita leur curiosité et ils voulurent l'entendre. Festus accéda à leur désir. Le lendemain donc, le roi et la reine descendirent en grande pompe dans une assemblée de tribuns et des principaux de la ville et Paul fut introduit chargé de chaînes. En quelques mots Festus dit: « toute la multitude des Juifs m'est venue solliciter, tant à Jérusalem qu'ici, demandant la mort de cet homme; mais ne l'ayant trouvé coupable d'aucun crime et lui-même ayant fait appel à l'empereur, je l'ai fait venir en la présence du roi Agrippa, afin qu'étant mieux informé je sache ce que je dois écrire à l'empereur. » Agrippa demanda à Paul de se justifier. Heureux d'avoir à parler devant un homme instruit sur les querelles juives, il se déclara pharisien, comparaissant à cause de la promesse faite aux pères sur la résurrection des morts. Il parla de sa haine persécutrice pour les Nazaréens, raconta l'histoire de sa conversion, sa vocation et ses missions. Festus ne comprenant pas son discours, lui dit qu'il était hors de sens; mais Paul dit à Agrippa: « O roi, crois-tu aux prophètes? Je sais que tu y crois. » Agrippa l'interrompit en disant: « tu me persuades presque d'être chrétien » (1). Ces mots amenèrent de la part de Paul cette magnifique exclamation qui marque tout à la fois son amour des âmes et sa foi: « Plut à Dieu que non seulement toi, mais aussi tous ceux qui m'écoutent, devinssent, non presque, mais parfaitement tel que je suis, hormis ces liens. » Après ce généreux élan, Agrippa, Bérénice, le gouverneur et les préteurs sortirent pour délibérer, puis ils vinrent déclarer que l'apôtre pouvait être relâché, s'il n'avait pas fait appel à César.

---

(1) Selon Néander, les paroles d'Agrippa seraient une dérision; il aurait pris en mauvaise part la question de Paul et il voulait lui répondre: « Bientôt tu diras que je suis chrétien! » Nous ne pouvons adopter cette exégèse. Il nous paraît évident que, sans le concours du roi, Paul eût été condamné, Festus étant disposé à faire la volonté des Juifs, qui demandaient hautement sa mort. Néander date cet événement de l'an 62 Horne de 61.

Paul, avec quelques autres prisonniers, fut confié à Julius, centurion de la légion Auguste, homme d'un caractère doux et humain. Un rapport favorable à l'apôtre lui fut remis. Aristarque de Thessalonique, Luc le médecin, et plusieurs autres frères furent autorisés à accompagner Paul. Ils montèrent sur un vaisseau d'Adramite, ville de Mysie, qui devait les conduire jusqu'à Myra.

Partis de Césarée, ils arrivèrent le lendemain à Sidon où Paul eut la permission de voir ses frères ; ils ne tardèrent pas à se mettre en route, malgré des vents contraires qui les firent passer au dessous de Chypre. Ils côtoyèrent la Lycie jusqu'à Myra. A Myra ils montèrent un navire d'Alexandrie qui allait en Italie. A cause du vent ils naviguèrent fort lentement pendant quelques jours et vinrent jusqu'en vue de Gnide en Carie et de là, ils furent au sud de l'île de Crète vers Salmone ; en côtoyant avec peine, ils vinrent à Kaloïlimenoï, port de Lassée. La navigation se présentait sous un mauvais aspect et Paul déclara ses craintes au centurion ; mais celui-ci, se laissant entraîner par l'avis du patron et du maître du vaisseau, résolut de partir pour hiverner à Phœnix en Crète, port à l'abri du vent d'Afrique, et du nord-ouest. Le vent de midi soufflant doucement, ils crurent venir à bout de leur dessein et ils côtoyèrent Crète de plus près ; mais le vent tourna au sud-est, et le navire, livré à l'impétueux Euroclydon, passa au-dessous (1) de la petite île de Clauda. Ils manquèrent perdre leur embarcation et durent la tirer à bord ; craignant de faire côte, ils lièrent le vaisseau par-dessous avec des cables et abattirent leurs voiles. Le second jour, le mauvais temps continuant, ils jetèrent la cargaison à la mer ; le troisième les agrès. Pendant la tourmente tous étaient restés sans manger. Paul fut le premier à espérer ; il eut une appari-

---

(1) Au-dessous veut dire au sud, quoique le texte dise qu'ils passèrent la mer vis-à-vis de la Cilicie et de la Pamphilie, ce qui ne peut se faire qu'en passant au nord, à moins d'un détour. A cause du texte parallèle si explicite de Act. XVII. 7., nous préférons le passage au sud avec détour vers le nord, détour fort probable avec les vents contraires.

tion consolatrice; il la communiqua à ses compagnons et s'efforça de relever leur courage abattu par de sages et douces paroles. « Personne ne périra, dit-il ; mais nous ferons naufrage sur une île. » A la 14.e nuit, après avoir été ballottés jusque dans la mer Adriatique, ils crurent voir la côte; ils sondèrent 20 brasses, puis 15. Alors, dans l'attente du jour, ils jetèrent 4 ancres à l'arrière; sous prétexte de les éloigner les matelots mirent l'embarcation à la mer avec le projet de se sauver. Paul en avertit Julius, en lui disant que leur présence était nécessaire ; alors les soldats coupèrent les amarres de l'embarcation qui sombra. Paul exhorta ensuite les gens à manger ; pour leur donner exemple il rompit du pain après avoir béni Dieu ; puis on allégea le navire de tout le blé. Au jour ils reconnurent un golfe et ils voulurent y faire échouer le navire : aussi relevèrent-ils les ancres ; ils hissèrent la voile de l'artimon et sacrifièrent les gouvernails, mais le vent les mit dans un double courant contre des récifs et le navire s'ouvrit par le milieu. Les soldats dans ce naufrage voulaient tuer les prisonniers, de crainte qu'ils ne s'échappassent ; mais Julius ne le permit pas et donna ordre aux naufragés de gagner le rivage comme ils pourraient. Les 276 personnes qui montaient le navire furent sauvées et ils reconnurent que la plage sur laquelle ils marchaient de pied ferme était Mélite (1), actuellement l'île de Malte. Les Maltais montrèrent à leur égard une grande humanité, car ils allumèrent au plus tôt de grands feux pour les réchauffer et sécher leurs vêtements trempés. Paul, toujours prêt à rendre service, avait ramassé des sarments et les jetait au feu, il en sortit une vipère qui s'attacha à sa main ; les insulaires voyant cela conclurent que l'apôtre était un meurtrier, parceque la divinité ne voulait pas le laisser échapper à la mort, mais il secoua le serpent au milieu du feu sans en être blessé ; aussitôt ils le prirent pour un Dieu, revirement facile à concevoir chez un peuple supersti-

(1) Bryant place Mélite dans la mer Adriatique, à la hauteur d'Epidaure ; je ne connais pas ses raisons pour penser ainsi ; la plupart des commentateurs font de Mélite l'île de Malte.

tieux. Publius, homme riche du pays, reçut les voyageurs pendant trois jours avec beaucoup d'hospitalité. Paul, en reconnaissance, guérit son père malade de la fièvre et de la dissenterie; il guérit aussi d'autres malades qui leur firent honneur et leur fournirent les choses nécessaires. Trois mois après ils partirent sur un vaisseau d'Alexandrie qui portait le nom des Dioscures (Castor et Pollux). Ils relâchèrent à Syracuse où ils restèrent trois jours, puis à Rhegium où ils passèrent un jour; en deux jours, poussés par le vent du midi ils côtoyèrent jusqu'à Pouzzoles. Ils y débarquèrent; il y avait là des chrétiens chez lesquels ils demeurèrent sept jours. En continuant leur route par terre, aux Trois-Tavernes, et au marché d'Appius ils trouvèrent des frères venus à leur rencontre. Paul, les voyant, rendit grâce à Dieu et prit courage.

Parvenus à Rome, Julius remit Paul entre les mains du préfet du prétoire, qui permit à l'apôtre de jouir de la *custodia militaris liberior*, c'est-à-dire qu'il put demeurer dans sa propre maison sous la garde d'un soldat. Trois jours après, Paul convoqua les principaux Juifs et leur exposa avec habileté par quelle suite de circonstances il se trouvait ainsi accusé devant Néron. Ils lui répondirent qu'ils n'avaient reçu aucun rapport défavorable à son sujet et qu'ils désiraient l'entendre parler de la nouvelle secte (1), ils convinrent d'un jour. Ce jour venu, il leur expliqua du matin au soir par divers témoignages le royaume de Dieu et la venue de Jésus. Les uns furent persuadés et les autres non, et comme ils contestaient beaucoup entr'eux, l'apôtre les congédia avec des paroles sévères. Paul demeura deux ans dans une maison qu'il avait louée, annonçant sans empêchement la bonne nouvelle du salut par Jésus-Christ à tous ceux qui voulaient venir. (Act. XXI. 17. XXVIII. 31.)

L'Évangile se répandit à Rome et pénétra jusques dans le prétoire. Dans le palais de l'empereur, Junie, selon quelques uns concubine de

(1) Néander observe judicieusement que l'ignorance des Juifs sur les Chrétiens n'était pas absolue.

Néron et plusieurs autres personnes se convertirent. Les Juifs n'osèrent poursuivre Paul jusqu'au tribunal de César, ce qui améliora son affaire.

L'apôtre des Gentils avait d'abord espéré la délivrance, puis il pensa que le martyre lui était réservé (Philip. II. 17), néanmoins il ne perdit pas tout espoir. (Philip. I. 26 ; III. 24.) et continua de communiquer avec les Églises. Les Philippiens lui envoyèrent le fruit d'une collecte par Epaphrodite, sans qu'il l'eut demandé. Epaphrodite était tombé malade à Rome (Philip. I. 7. 13 ; IV. 18 ; III. 25. 28.), mais étant revenu à la santé et repartant pour la Macédoine, Paul le chargea en son nom et en celui de Timothée d'une lettre pour son église ; c'était en 63. Ne pouvant travailler à cause de son emprisonnement, il attendait les secours qu'il ne voulait tenir que d'eux ; son intention en leur écrivant, fut de les confirmer dans la foi et les prémunir contre les docteurs judaïsants. Il écrivit ensuite à peu d'intervalle aux Ephésiens et aux Colossiens. Ces deux épîtres ont le même sujet, la même forme et souvent la même expression. Celle aux Ephésiens fut peut-être portée par Tychique, celle aux Colossiens peut-être par Epaphras. Elles ont pour but d'exposer la nécessité de la foi pour le salut, d'encourager aux bonnes œuvres et de prémunir les âmes contre la fausse philosophie. Tout espoir de salut y est fondé sur Christ, seul parfait. Paul n'était jamais allé dans l'église de Colosses ; mais elle avait été évangélisée par ses disciples. Il écrivit aussi à peu près en même temps à Philémon, fidèle de l'église de Colosse, pour lui recommander Onésime, son ancien esclave. A ce moment il espérait davantage en sa délivrance (Philip. 22.) ; cet espoir fut réalisé. Après un interrogatoire public il fut mis en liberté (1).

---

(1) La fin de cette captivité offre quelque chose d'obscur. Tâchons de l'éclaircir. 1.° Les écrits canoniques ne renferment aucun détail précis sur ce fait, néanmoins de l'ensemble des circonstances que présente l'épître aux Hébreux et des trois épîtres pastorales, on peut conclure avec raison que Paul a été mis en liberté (voy. 2e partie); 2.° L'apôtre aurait été absous par Félix sans son avarice, par Festus sans sa complaisance pour les Juifs (Act. XXIV. 28. XXV. 9), et l'appel à César (Act. XXVI. 32.) L'accusation ne pouvait paraître grave à Néron, et Paul, comme citoyen romain,

QUATRIÈME MISSION.

Une fois libre (1), Paul écrivit de Rome ou d'un autre endroit d'Italie, un traité sous forme épistolaire aux Juifs de Palestine. Cet écrit nous a été conservé sous le nom d'épître aux Hébreux. C'est un beau complément à l'épître aux Romains et à celle aux Galates. Paul avait appris la persécution dont l'église de Judée, avait été l'objet et les attaques des faux docteurs qui avaient des tendances Ebionitiques. Il écrivit à la fois pour réfuter les docteurs, pour prouver la nécessité de la foi et pour montrer l'insuffisance du sacerdoce lévitique.

De Rome (2) nous pensons que Paul passa en Crète avec Timothée

---

devait être mieux écouté que les Juifs. Ces deux causes durent contribuer en sa faveur; enfin, la manière dont on le traitait à Rome indique une liberté prochaine plutôt qu'une mort imminente ; 3.° Luc termine son récit par ces mots : « Paul demeura deux ans entiers dans une maison à lui ; » et si, à cette époque, Paul eut subi le martyre, Luc n'eût pas manqué de le raconter en finissant son livre ; 4.° La tradition au II.e siècle est unanime sur les deux captivités ; au III.e siècle, Jérome dit qu'après une captivité de deux ans avant la persécution de Néron, *Paulus a Nerone dimissus est*. Eusèbe rapporte une tradition à laquelle il croit et qui établit deux captivités δεύτερον δ' ἐπιβάντα τῇ αὐτῇ πόλει. H.E. II. 22. Le canon dit de Muratori et la déclaration de Caïus, prêtre à Rome, confirment le témoignage de ce siècle. Eusèbe H.E. II. 25. Au II.e siècle, Clément de Rome ad Corint. V dit que Paul prêcha aux extrémités de l'Occident τέρμα τῆς δύσεως. Par rapport à l'Italie, Clément habitant Rome, l'Occident est l'Espagne, que Paul n'a pu visiter avant sa première captivité. Donc il y a eu à son opinion deux captivités. En conséquence, la tradition admet une fin heureuse à la première captivité ; nous concluons de tout ce qui précède que l'emprisonnement à Rome dont nous venons de rapporter l'histoire, s'est terminée par l'élargissement de l'apôtre. Néander croit que la captivité finit de 62 à 63.

(1) Quelques traditions disent qu'il fut banni de Rome.

(2) Voici divers itinéraires proposés : 1.° Crète, Judée, Syrie, Cilicie, Colosses, Ephèse, Macédoine, Grèce, Nicopolis, Crète, Corinthe, Rome ; — 2.° Crète, Judée, Asie-Mineure, Colosses, Ephèse, Macédoine, Nicopolis, Troas, Milet, Corinthe, Rome ; — 3.° Ephèse, Macédoine, Crète, Nicopolis, Espagne, Rome ; — 4.° Asie-Mineure, Macédoine, Crète, Nicopolis, Ephèse, Espagne, Rome. — Celui que nous adoptons est : Crète, Judée, Syrie, Cilicie, Colosses, Ephèse, Macédoine, Grèce, Nicopolis, Troas, Milet, Corinthe, Espagne et Rome. L'ordre, du reste, est hypothétique chez les uns comme chez les autres, aucun document authentique ne fixe la suite des faits indiqués dans les épîtres de Paul.

et Tite, et laissa ce dernier dans l'île après y avoir séjourné quelque temps (Tit. I. 5) ; de là il alla en Judée dont il parcourut les églises ; il voyagea ensuite en Syrie, en Cilicie, par l'Asie-Mineure. Il demeura à Colosses dans un logement préparé par Philémon et à Ephèse où il se sépara à regret de Timothée qu'il laissa à la tête de l'église ; (I. Tim. II. 17,) de là il fut en Macédoine où il demeura assez longtemps probablement à Philippes (Philip. I. 26 ; II. 24 ; Tite III. 12) ; de cet endroit il écrivit sa première lettre à Timothée pour l'instruire dans les devoirs de sa charge à Ephèse et le prémunir contre les hérétiques (1). De Macédoine nous pensons qu'il écrivit aussi à Tite. Cette seconde lettre a le même but, les mêmes idées et souvent la même forme que la précédente (2) ; il trace dans l'une et dans l'autre un plan de conduite pour l'organisation de l'église et ses recommandations contre les judaïsants. Paul fut en Grèce, puis se rendit à Nicopolis en Epire où il passa l'hiver de 64, (selon Horne). Tite vint probablement l'y joindre sur sa demande. (3)

De Nicopolis, l'apôtre passa en Asie Mineure, à Troas ; il demeura un certain temps chez Carpus, homme distingué, y laissa son manteau, ses livres et ses parchemins (II. Tim. IV. 13.) ; il vint aussi à Milet (II. Tim, IV. 20.) où Trophime tomba malade, peut-être aussi à Ephèse (II. Tim. IV. 14. 16.) de là il revint à Corinthe (II. Tim. IV. 20), y laissa Eraste et, selon la tradition qui nous paraît assez importante sur ce point, passa en Espagne, puis rentra à Rome. Il était alors accompagné de Luc, Tite, Crescens, Demas et de quelques autres.

La persécution de Néron sévissait contre les Chrétiens d'une manière inouïe ; l'apôtre fut pris et détenu dans une prison plus étroite que lors de la première captivité. Il fut traité comme un malfaiteur. Ses

---

(1) Il parle comme s'il connaissait bien les faux docteurs, ce qu'il n'aurait pu faire dans le séjour précédent, parce que cette tendance hérétique n'avait pas encore germé.

(2) Ces deux lettres ont dû être écrites en même temps, et surt Tite III. 13. montre que Paul n'était pas à Nicopolis, comme on l'a dit.

(3) De Nicopolis, Paul aurait passé à Corinthe, selon Michaelis IV. 37.

compagnons, sauf le fidèle Luc, l'abandonnèrent en ce moment critique ; Tite fut en Dalmatie, Crescens en Galatie, Demas à Thessalonique (II. Tim, IV. 10) ; il envoya lui-même Tychique à Ephèse (II. Tim. IV. 12.) Cette fois le martyre lui apparut comme imminent et il n'eut plus d'espoir de délivrance. On lui laissa néanmoins une certaine liberté ; il avait la compagnie de Luc et d'Onésiphore, il espérait celle de Timothée et de Marc. Il put écrire encore comme son testament apostolique dans la 2.e épître à Timothée. Il se défendit une première fois seul en public, peut-être devant Néron ; il échappa pour cette fois au supplice des bêtes (II. Tim. I. 16. 17.) mais ce ne fut qu'un instant de répit qui ne trompa en aucune façon les pressentiments de l'apôtre. Après avoir écrit à Timothée ses derniers conseils et la confession de sa foi inébranlable devant une mort prochaine, il fut condamné ainsi que Pierre à perdre la vie. Son titre de citoyen romain lui épargna le honteux et douloureux supplice de la croix ; il fut décapité, (1) pendant une des dernières années de Néron ; nous ne savons pas d'une manière positive quand, mais selon la tradition ce fut le 29 juin 66 à Aquæ Silviæ à 3 milles de Rome. Il fut ensuite, d'après cette même tradition, enterré dans la Via Ostensis. Nous ne savons ce que devint Luc. Marc passa en Egypte (2).

---

(1) La date de la mort varie entre les années 64 Schmidt, Schott, Schroeder ; 65 Eichorn, Vogel ; 66 Calmet ; 67 Bengel, Usher, Hug, Olshausen, Coquerel ; 68 Eusèbe, Steiger.

(2) Il nous faut rappeler quelques faits, dont la date incertaine ne nous a pas permis de faire mention dans notre récit. Paul subit cinq fois le supplice juif des 39 coups de fouet. II. Cor. XI. 24. (Les Juifs n'osaient pas arriver au nombre de 40 défendu par la loi. Deut. XXV. 3), trois fois le supplice romain des verges. Il essuya trois naufrages et fut un jour et une nuit en danger de mort sur mer.

Écrits de saint Paul.

PREMIÈRE ÉPITRE AUX THESSALONICIENS.

Authenticité. — Polycarpe, — Justin martyr, — Irénée, — Tertullien, — Clément d'Alex, — Caïus, — Origène, — les Marcionites citent la première épître aux Thessaloniciens. Tous les anciens l'acceptent ; il est vrai que quelques modernes la repoussent ; mais nombre de critiques de poids confirment son authenticité. Les preuves internes abondent, — signée de Paul — ordre de la lire en public (V. 27.) — allusion aux persécutions souffertes à Philippes (Act. XVI. 23 24; XVII. 12 et I. Thes. II. 2. 17.) — Projet de retourner à Thessalonique depuis Corinthe (I. Thes. II. 18, III. 10. 11.) — Mission de Timothée à Thessalonique (III. 1. 7. comp. act. XVII. 14. 15 ; XVIII. 5).

Langue. — Cette épître a été incontestablement écrite en grec.

Intégrité. — Notre texte est exact ; il fut altéré par Marcion selon Epiphane ad Haeres 42, mais nous n'avons pas sa leçon.

Temps. — En 51 Michælis — 52. 53 Horne, Glaire. — 54 Hug. La mission de Timothée à Thessalonique fixe le temps, c'est après son premier voyage en Macédoine.

Cette épître est conséquemment la première en date.

Lieu. — La souscription porte Athènes, mais elle est relativement moderne et fondée sur I Thes. III. 1. En comparant aux actes, il devient évident que Timothée, collaborateur de cette lettre n'a rejoint Paul qu'à Corinthe et de plus le séjour à Athènes ne paraît pas avoir été suffisant pour autre chose que pour l'évangélisation. Michælis, Horne, Hug, Paley, Glaire, Bost, etc. sont de cet avis.

Titre. — Grotius prétend que cette épître doit être comptée la 2.e et l'autre la 1.re. mais c'est sans raisons historiques. Les manuscrits

sont unanimes. Le permier verset et diverses allusions montrent bien que c'est aux Thessaloniciens que cette épître est adressée.

État de l'Église. —Elle fut fondée par Paul en l'an 50 selon Horne, composée de Juifs surtout de païens convertis, visitée par Silas et Timothée (I. Thes. III. 6.), qui l'évangélisèrent et furent satisfaits de ses progrès spirituels.

But. — Paul veut confirmer les Chrétiens de Thessalonique dans leur foi, de peur qu'ils ne se laissent détourner par les persécutions des Juifs incrédules. Les instruire dans certaines vérités, affermir la foi de ceux qui doutent, reprendre avec douceur ceux qui s'égarent, voilà les motifs de sa lettre.

Occasion. — Elle tient au rapport favorable de Timothée qui arrivait de chez les Thessaloniciens et au désir de l'apôtre d'aller les revoir (I. Tim II, 18; III. 10. 11).

Contenu. — 1.° Indication de ceux qui écrivent ou inscription I. 1.

II. 1.° Paul célèbre la grâce de Dieu envers les Thessaloniciens et leur rappelle l'introduction de l'évangile chez eux. I. 2; — II. 16.

2. Il désire les revoir et prie pour eux. II. 17; — III.

3. L'exhortation à croître en sainteté IV. 1-8. et en amour fraternel IV, 9-12.

4. Contre le chagrin immodéré à cause de ceux qui sont morts dans la foi. Venue de Christ et jugement IV. 13; — V. 11.

III.° Instructions et conseils moraux V. 12-28.

Style. — On peut signaler l'éloquence persuasive et insinuante des trois premiers chapîtres et dans le cinquième des comparaisons aussi justes que frappantes.

SECONDE ÉPITRE AUX THESSALONICIENS.

Authenticité. — Citée par Irénée — Clément d'Alexandrie. — Tertullien. — Origène, etc. les canons et les versions.

Preuve interne. —Paul en appelle à un enseignement oral sur la venue

de Jésus-Christ, rectification des expressions de la première épître (I. Thes. IV. 17. 18; V. 4; II. Thes II. 2.).

Langue. — Grec.

Intégrité — Schmidt a soutenu l'interpolation de II. 1 — 12. qu'il attribue aux Montanistes. — Voici ses raisons : Irénée et Tertullien sont les premiers à citer ce fragment dont l'épître peut se passer sans perdre son ensemble. La doctrine renfermée est en opposition avec celle de la première. Paul se plaint de faussaires, mais il ne pouvait à cette époque être connu comme auteur épistolaire. Il ne cite pas la première dans la deuxième. Enfin la signature a été mise pour tromper. — Berthold a réfuté tous ces arguments. On peut répondre entr'autres choses : Si Paul eut cité la première, cela ne convaincrait pas Schmidt, puisqu'il nie la signature. Les opinions sur la venue de Christ au lieu de s'opposer se corrigent l'une l'autre. L'apôtre ne nie pas l'authenticité de la première. mais il attaque une fausse lettre ou sa lettre mal comprise. La signature est pour prémunir les lecteurs à l'avenir et non pour rejeter des contrefaçons déjà faites. Quant aux doctrines nouvelles, il serait étrange que Paul ne dût jamais dire que la même chose dans toutes ses lettres. Il y aurait, avec la suppression, une lacune dans le sens. Les citations de Tertullien et d'Irénée ne font que confirmer l'authenticité.

Temps. -- Composée peu après la première. La conformité de sujet, les noms de Timothée et de Sylvain qui se lisent en tête montrent qu'elles se sont suivies de près, ainsi en 53 ou en 54.

Lieu. — Nous pensons que c'est depuis Corinthe que Paul écrivit. Les souscriptions portent Rome, mais c'est inexact et sans preuves.

D'après la version syriaque, elle aurait été portée de Laodicée de Pisidie par Tychique, mais cette opinion est sans défenseur.

Titre. — Sauf Grotius, qui en fait la première à cause de la signature, on en fait généralement la deuxième aux Thessaloniciens.

État de l'Église. — La lettre de Paul avait été mal comprise et

les faux docteurs en avaient pris occasion pour attaquer les bases de la foi.

But. — Analogue à celui de la première. Exhortation à la persévérance malgré les afflictions, à la vigilance vis-à-vis des faux docteurs qui leur représentent le jugement dernier comme prochain ; il veut aussi réprimander fortement les oisifs.

Occasion. —Nécessité pressante de rectifier les idées Chiliastes amenées par sa première lettre et de se prémunir contre les faussaires par l'envoi de sa signature autographe.

Contenu. — I.° Inscription. I. 1. 2.

II.° 1. Paul rend grâces à Dieu et prie pour les Thessaloniciens, I. 3-12.

2. Rectification sur la prochaine venue de Christ et la doctrine de l'antichrist. II.

III.° Conseils parénétiques sur la prière III. 1-5. Les désordres III. 6-16.

IV.° Conclusion. III. 17. 18.

Style. etc.— Ecrite comme la première au nom de Paul, Timothée et Sylvain ; quoique courte, elle n'en est pas moins belle. Description frappante de l'Homme de péché (antichrist).

ÉPÎTRE AUX GALATES.

Authenticité.— Elle est bien établie par des citations de Clément Romain. — Hermas, — Ignace, — Polycarpe. Elle est déclarée anthentique par Irénée . — Clément d'Alexandrie, — Tertullien, — Caïus, Origène et les écrivains postérieurs. Reconnue par Marcion qui la place la première en date dans son Apostolicon. voy. Epiphane Hæres. 42. La preuve interne repose sur la signature de Paul, la conformité de sa doctrine et de son style.

Langue. — Grec. Les Galates parlaient Grec.

Intégrité.. — Généralement incontestée , même par les Marcionites.

Temps. — En 56 (1). Elle a été écrite aux Galates anciennement comme cela se voit par la remarque de leur *hâte* à saisir un nouvel évangile Gal. I. 6. et par les troubles suscités par les judaïsants. Le contenu de l'épître et son occasion servent à fixer la date, pour laquelle il y a plus de différence apparente que réelle entre les commentateurs. On est assez d'accord sur l'époque ; mais le système de chronologie une fois fixé, le dates particulières en résultent forcément.

Lieu.—La souscription porte Rome ; quoique soutenue par Jérome et Théodoret, nous la considérons comme d'une main ignorante, — Grégoire-le-Grand, L. Capel, Usher, Pearson, Witzius, Eichorn, Hug, Bertholdt, Glaire, Coquerel, etc. croient qu'elle fut écrite d'Ephèse, les anciens manuscrits latins le portaient. On peut encore remarquer que Chrysostome place cette épître avant celle aux Romains et que les manuscrits de Clermont et de St.-Germain n'ont point de souscription. — Beausobre, Lardner, Benson, Fabricius la font écrire de Corinthe ; Mill de Troas ; Bèze et Macknight d'Antioche. Nous pensons que les arguments les plus forts sont en faveur d'Ephèse.

Titre. — Aux Galates.

État de l'Église. — Prêché de bonne heure en Galatie par Paul qui visita deux fois ce troupeau l'an 50 (selon Hug, de Wette, Néander) (Act. XVI 6.) et l'an 54 ou 55. (Act. XVIII. 23.), l'Évangile eut chez les Galates un prompt succès que l'apôtre consolida à son deuxième voyage. La plupart des Galates étaient des païens convertis (IV. 8. 10 ; V. 4.), il y avait aussi des Juifs (V. 2 ; VI. 12. 13.) Paul les montre heureux, zélés, instruits par l'évangile et ayant reçu le Sei-

---

(1) Les opinions sont fort variées ; voici les principales : 49 Michaelis ; — 48 Weingart ;— 51 L. Capel ;— 52 à 53 Beausobre, Rosenmüller, Horne, Clarke ;— 53 Van Til, Benson, Lardner ; — 54 Hottinger ; — 55 Calmet ; — 56, après le quatrième voyage à Jérusalem, A. Bost ; — 57 Pearson, Hug ; — 56 ou 57 Glaire, Bertholdt, parce que Paul avait prêché deux fois aux Galates (Gal. IV. 13.) ; — 57 à 58 Eichorn ; — 58 Mill, Fabricius, Moldenhawer et Coquerel. Lightfoot veut que ce soit pendant la première captivité.

gneur (IV. 13. 14. 18; V. 7; VI. 1; XI. 13. 15. 16. 19.). Mais ils ne tardèrent pas à être détournés de la foi, soit par des Judaïsants, venus de Judée, soit par des Corinthiens (selon Grotius) ; en tout cas par des gens qui anéantissaient la spiritualité de l'Évangile et attaquaient l'autorité de Paul.(1)

But.—But voisin de celui de l'épître aux Romains ; c'est un traité polémique sur les rapports de la loi et de l'évangile, dans lequel l'apôtre désire rétablir son autorité à cause du Seigneur, détruire la vaine doctrine, enfin prouver la conformité de sa prédication avec celle des autres apôtres.

Occasion.—Nécessité de réfuter les erreurs pernicieuses de l'église de Galatie avant de quitter l'Asie, d'autant plus que les nouveaux sectaires couraient les églises en le calomniant.

Contenu. — I.° Introduction I. 1-5.

II.° Discussion— A. Paul défend sa doctrine et son autorité I. 6.— II. 21.

B. Discussion sur la circoncision et sur la loi, la justification par la foi en Christ. III. 1-18. la loi est donnée pour convaincre de péché, en éloigner et conduire à Christ. III. 19-24. — Tel étant le but de la loi, les Chrétiens sont affranchis III. 25-29. — Exemple de l'église juive IV. 1-7. — Faiblesse et folie des Galates qui, se soumettant à la loi, perdaient le bénéfice de la grâce IV. 8 — V. 9.

III.° Instructions variées sur la vie chrétienne et l'usage de la liberté chrétienne V. 10. — VI. 10.

IV.° Conclusion sommaire de la discussion et bénédiction VI. 11-18.

Style, etc. — Cette épître fut écrite de la main même de Paul; on y remarque du tact et de l'habileté oratoire dans le choix d'un langage familier — le portrait des faux apôtres (I. 7. 9; III. 1. etc. IV. 17; V. 1-12). l'apologie de sa doctrine. Le style est à la fois tendre et ardent.

---

(1) Les Galates avaient un naturel changeant à la manière des Français, avec lesquels ils avaient une commune origine. L'esprit de légalité judaïque pénétra parmi eux après la prédication de l'apôtre, et ils ne tardèrent pas à en être imbus.

PREMIÈRE ÉPITRE AUX CORINTHIENS

Authenticité. — Citations ou allusions dans Clément de Rome, Ignace et Polycarpe, 1er siècle.—Tatien, Irénée, Athénagore et Clément d'Alexandrie, 2e siècle. — Tertullien, Caïus, Origène au 3.e siècle.— Preuve interne surabondante ; tout y montre qu'elle est de Paul.

Langue. — On n'a jamais douté qu'elle ne fut écrite en grec.

Intégrité. — Non contestée.

Temps. — 56, c'est l'opinion de Mill, Paley, Michaelis, Horne, Witby, etc. — Paul écrit après avoir été à Corinthe (I. Cor. II. I.) ; il se proposait d'y retourner (I Cor. IV. 19. comp. Act. XVIII. et XIX.) ; dans l'intervalle, il séjourna deux ans à Ephèse (comp. II. Cor. XVI. 19 ; XVIII 16 ; I. Cor. XVI. 8. 9 ; Act. XIX 10. 21 ; I. Cor. XVI, 9 ; Act. XIX. 9) ; il écrivit aux approches de Paques (I Cor. V. 7. 9 comp. XVI. 9). Hug et Coquerel la font écrire en 59, mais à tort.

Lieu. — Ephèse. La souscription porte Philippes, mais elle ne se trouve, ni dans le manuscrit Alexandrin, ni dans celui de Clermont, ni dans celui de St.-Germain, etc. ; plusieurs manuscrits portent Ephèse; le texte I. Cor. XVI. 8. s'oppose formellement à ce que le lieu soit Philippes. Michælis pense que cette confusion est venu de l'interpré tation de διερχομαι X. 8 qui signifie : ***Ma route est par la Macédoine*** et non, ***je voyage actuellement en Macédoine.*** Le temps fixe le lieu et Paul salue de la part des églises d'Asie et au nom de Priscille et d'Aquilas qui étaient à Ephèse.

Titre. — Tous les manuscrits citent cette épître comme la première aux Corinthiens. I. Cor. I. 2. montre qu'elle s'adresse aux Corinthiens.

I. Cor. V. 9. porte ces mots : Εγραψα ὑμιν ἐν τῇ ἐπιστολῇ, on en a conclu que Paul avait écrit une précédente lettre aujourd'hui perdue ; de cet avis sont Calvin, Bèze, Grotius, Cappel, Witsius, Leclerc, Heinsius, Mill, Wetstein, Beausobre, Doddridge, Scott, Michaelis, Storr, Rosenmüller, Lightfoot, Louis de Dieu, Hug, Schleusner, etc. D'autres disent que ces mots se rapportent à l'épître même : ce

sont Chrysostôme, Théodoret, etc. parmi les anciens ; Fabricius, Glassius, Calmet, Witby, Stosch, Lardner, Purver, Tomline, Middleton, Horne, etc. parmi les modernes. Une troisième opinion est que la lettre en question a été écrite ou du moins commencée, mais non envoyée, à cause des informations de Stephanas, Fortunatus et Achaïque.

Considérant que la première épître supposée n'est pas citée par les pères, qu'elle n'aurait existé que pour être perdue dans le 1.er siècle, que le texte cité peut avoir en vue la lettre que nous possédons, nous gardons l'opinion commune que Paul n'a écrit que deux lettres aux Corinthiens, et par suite nous rejetons les deux autres hypothèses.

État de l'Eglise.— Paul avait fondé l'église de Corinthe. Cette ville était d'un grand commerce, opulente, orgueilleuse et impure. La prostitution et toutes les impudicités y étaient en usage et même en honneur. L'apôtre prêcha aux Juifs et aux Grecs, et fit beaucoup de disciples. Pendant l'absence de Paul, Apollos (1) et quelques adeptes de Pierre (ou Pierre lui-même) vinrent prêcher et se firent des partisans (2) Accoutumés aux sectes philosophiques, les Corinthiens virent une occasion d'en établir dans l'église, quelques uns se servirent à l'excès de cette doctrine que tout est pur pour les purs et ne se firent pas scrupule de choses qui scandalisaient les faibles. Les désordres de leur ville leur firent fermer les yeux sur ceux de leurs frères ; plusieurs s'adonnèrent aux procès, à la fausse philosophie. Quelques uns nièrent la résurrection (3) ; les riches se séparèrent des pauvres dans les agapes, plusieurs tirèrent vanité de leurs charismes, les femmes voulurent

---

(1) Apollos ανηρ λογιος homme érudit, savant plutôt qu'orateur, avec quelque tendance gnostique.

(2) Le parti de Christ dont il est parlé dans l'épître serait, selon Néander, composé de ceux qui rejetaient les apôtres et les traditions, appuyant leurs spéculations sur Christ seul.

(3) Les Corinthiens ne niaient pas positivement la résurrection, c'est le raisonnement qui les y poussait ; en tout cas Paul n'eut pas à combattre le sadducéïsme, mais le matérialisme philosophique.

prendre part aux prédications et y parurent sans voile ; il y avait des opinions erronées sur le célibat et le mariage. Stephanas, Fortunatus et Achaïcus avertirent Paul de tous ces travers. Ceux de la maison de Cloé en firent autant. (I. 11. 12; V. 1. 2.) Enfin l'église était troublée par un parti judaïsant (1) et par celui qui exagérait la liberté chrétienne (Storr. Notæ Historicæ, epistolarum Pauli ad Corinthios interpretationes inservientes).

But. — Paul paraît avoir un double but : 1.° Combattre les schismes, (I Cor. I. 11. etc.), les scandales (V. VI.), l'idolâtrie (VIII. X.). les désordres du culte et des agapes (XI. 2-16 ; XIV.), la négation de la résurrection (XV. 12, etc.) ;

2.° Répondre aux questions des Corinthiens (XVI. 17; VII. 1.) sur le mariage (VII. 1. etc.) , les viandes sacrifiées (VIII.) , les charismes (XII), la prédication (XIV), les collectes pour la Judée (XVI. 1. etc.)

Occasion. — Ce fut la nécessité d'une réponse à la lettre envoyée par l'église de Corinthe (I. Cor. VII. 1) et l'envoi de Timothée pour relever l'église (I, Cor. IV. 17-19 ; Act. XIX, 21.).

Contenu. — I.° Introduction. I. 1-9.

II.° Corps de l'épître. — A, 1° reproches contre les sectes I. 10,— IV. 21. 2.° reproches sur la conduite des disciples à l'égard de l'inceste V. 3.° sur leurs dispositions litigieuses VI, 1-9. 4.° contre la fornication VI, 10-20.

B. 1.° réponses sur le mariage, VII—16; 2.° les vierges VII, 25—38; 3.° sur les veuves VII, 39, 40; 4.° sur les viandes sacrifiées, VIII—XI, 2; 5.° sur la conduite des femmes XI, 3-17; 6.° sur les agapes XI, 17-34.

C, 1.° instructions sur les dons spirituels, XII, — XIV; 2.° sur la résurrection des morts, XV.

III.° Conclusion. Ordre pour les aumônes, promesse de visite, dernières recommandations, XVI. 1—18, et salutations XVI, 19—24.

---

(1) Le parti judaïsant de Corinthe était moins avancé que celui de Galatie.

Style, etc. — Cette épître est adressée au nom de Paul et de Sosthènes qui avait évangélisé Corinthe. Beautés littéraires nombreuses, noblesse de diction, reproches énergiques, apostrophes véhémentes, description de la charité, XIII. la résurrection des corps, XV. etc.

SECONDE ÉPITRE AUX CORINTHIENS.

Authenticité. — Non contestée, citations nombreuses, entre autres chez Polycarpe, Athénagore, Tertullien.

Langue. — Grec.

Intégrité. — Incontestée et incontestable quand on examine le contenu de l'épître (voy. Disputatio de Altera Pauli ad Corinthios epistola Royaards).

Temps. — Ecrite peu après la première ; on s'accorde à dire un an après, donc en 57. Selon Hug, 59, comme la première ; selon Coquerel, 60 ; Bloch 78 ; Calmet comme nous 57.

Lieu. — D'Ephèse. Paul vint à Troas, espérant y trouver Tite qui lui eut donné des indications sur l'état de l'église de Corinthe et sur l'effet de son épître (II, Cor. II, 12); ne l'y trouvant pas, il fut en Macédoine (v. 13) où il rencontra Tite (II Cor. VII, 5. 6) ; de là, probablement de Philippes, comme le porte la souscription, il écrivit cette lettre (II Cor. VIII, 1, 14 ; IX, 1,5.) Quelques manuscrits portent écrite de Troas ; mais cette assertion est contraire au contenu de l'épître ; nous n'approuvons pas Bloch qui veut que ce soit de Bérée.

Titre. — La précédente étant regardée comme la première, celle-ci est sans contestation la seconde.

Etat de l'Eglise. — La première épître produisit divers effets sur l'église de Corinthe, plusieurs amendèrent leur conduite (II Cor. II, 5 — 11 ; VII. 11), demandèrent avec larmes le retour de l'apôtre VII, 7), le défendirent contre ses adversaires (VII. 7, 11) ; d'autres attaquèrent son ministère, tirant des arguments de son épître, l'accu-

sèrent de légèreté (II Cor. I, 18). d'orgueil, d'être méprisable (II Cor X, 10) et quoiqu'ils eussent accueilli Tite, ils tardèrent dans leur collecte pour les pauvres de Jérusalem.

But. — Son but lui était fourni par l'effet de sa première lettre, Expliquer le retard de sa venue (II Cor. I, 8 ; II, 34), commenter ses ordres sur l'incestueux (II, 5, 11), se défendre de l'accusation d'orgueil spirituel (II, Cor. III ; IV, V), exciter les Corinthiens à une vie sainte, les exhorter à finir la collecte (VIII, IX), se défendre du mépris (X, XIII.).

Occasion. — L'occasion naquit de la venue de Tite, de son dessein d'aller à Corinthe (II. Cor. XIII, 1) et de la nécessité de hâter la collecte. Tite et deux frères, peut-être Luc, durent la porter (1).

Contenu. — I.° Introduction I, 1, 2.

II.° Apologie de l'apôtre. Il se justifie en montrant la sincérité de son ministère I, 3-22, —son amour des Corinthiens I, 23—VII, 16,— il les exhorte à la libéralité VIII ; IX. — Il résume sa défense et établit son autorité X-XIII, 10.

III.° Conclusion XIII. 11-13.

Style, etc. — Ecrite au nom de Paul et de Timothée. On y voit une confiance remarquable dans sa cause ; c'est une belle apologie, pleine de comparaisons et d'antithèses ; on y remarque un tableau saisissant de ses persécutions, et de son amour ardent pour les Corinthiens.

---

(1) Difficulté chronologique. II Cor. XII. 14 ; XIII. 1. 2. parlent d'un troisième voyage ; or, il n'en avait fait qu'un (Act. XVIII. 1). Grotius, Hammond et Paley conjecturent qu'il compte sa lettre comme une visite ; l'apôtre lui-même, disent-ils, l'envisage ainsi (I Cor. V. 3). Cette manière de voir est trop recherchée pour être vraisemblable. Michaelis dit que Paul, à son retour de Crète, aurait visité Corinthe avant d'aller hiverner à Nicopolis. Cette visite n'est pas mentionnée dans les Actes, parce que le voyage lui-même ne l'est pas. Le troisième voyage eut lieu plus tard (II Tim. IV. 20) ; cette opinion est plus simple, mais n'est qu'une conjecture.

ÉPITRE AUX ROMAINS.

Authenticité. — Elle est signée de Paul, appuyée par Irénée, Théophile d'Antioche, Clément d'Alex., Tertullien, Origène, etc.; citée par Barnabas, Clément de Rome, Ignace, Polycarpe, l'épître des églises de Vienne et de Lyon, Marcion, les gnostiques du 2.e siècle. Elle se trouve dans la version syriaque et la Vetus Itala. Depuis lors tous les critiques l'admettent, sauf Evenson.

Langue. — Ecrite en grec selon tous les critiques, sauf Bolten et Bertholdt qui la supposent écrite en Araméen, et le père Hardouin, Salmeron et Bellarmin qui la prétendent écrite en latin. Paul écrivait en grec; la langue grecque était fort connue à Rome (voyez Suétone. Claude 4. Dialogue des orateurs 29. Juvénal satire 4, 185.) Le style est original, la tradition unanime; au surplus, Griesbach, et Rosenmuller, ont amplement réfuté ces opinions excentriques.

Intégrité. — L'intégrité des chapîtres XV et XVI a été vivement contestée par Humann, Semler, Schott, Eichorn, etc.; en opposition de ces noms, on peut mettre ceux de De Wette, Néander, Credner, etc.; aucun manuscrit de quelque valeur ne rejette ces deux chapîtres. Jérôme mentionne seulement quelques manuscrits qui retranchent XVI. 25-27 (comp. Eph. III. 9); Wetstein cite un manuscrit latin qui omet ces 3 versets. Les Marcionites retranchaient les versets 26 et 27 (Origène Epist. ad Rom. 16), mais leur opinion ne peut faire autorité; l'argument interne n'est pas plus fort. Tout ce qu'on peut dire, c'est que ces chapitres ont été probablement écrits en plusieurs fois, à cause des trois conclusions qu'ils renferment.

Temps.—Variété de dates assignées : 55, Van Til; 57, Pearson, Mill, Fabricius, Reinneccius, Rosenmuller, Horne, Sardinoux; 58, Lardner; 60, Usher, Coquerel. Celle que nous adoptons est 58. Paul allait porter des aumônes de Macédoine et d'Achaïe à Jérusalem. (Rom. XV, 25, 26. Comp. Act. XX, XXIII, XXIV, 17, 18; I Cor. XVI, 1, 4; II Cor. VIII, 1, 4; IX, 2.) Il avait le projet d'aller à

Rome et en Espagne (Rome I, 8, comp. Rom. XV, 23, 24; Act. XIX, 21.) Il avait évangélisé depuis Jérusalem jusqu'en Illyrie(Rome XV, 19, comp. Act. XX, 2) ; pour la coïncidence des dates voir encore Rome XIV, 21, 23 et Act. XX, 4; Rom. XVI 3, 4, et Act. XVIII, 2. Donc c'est au second voyage en Grèce.

Lieu. — Il est déterminé par la solution précédente , c'est Corinthe où Paul passa trois mois (I Cor XVI, XVII. Act. XX. 3.). Nouvelles preuves. Dans cette épître il y fait mention de Priscilla et d'Aquilas (Act. XVIII, 19, 26. I Cor. XVI, 19. Rome XVI, 23), d'Eraste (II Tim. IV, 20, Acte XIX, 22), de Phoébé, diaconesse à Cenchrée tout près de Corinthe (Rom. XVI, 1. 2, Act. XVIII, 18); il y a des salutations d'Eraste et de Gaïus, fidèle de Corinthe.

Titre. — Aux Romains selon les manuscrits.

Etat de l'Église. — L'église de Rome avait deux éléments distincts les Judéo et les Ethno-chrétiens. Ces derniers prédominaient. La fondation de l'église dans la capitale du monde romain est obscure ; cette congrégation fut probablement formée : 1.° par des Juifs revenus de Jérusalem où ils avaient assisté à la première Pentecôte chrétienne (Act. II. 10); 2.° par des Judéo-chrétiens dispersés après la mort d'Etienne (Act. VIII 1, 4); 3.° par des Juifs chassés à la 9e année du règne de Claude (1) et qui à leur retour auraient pu rapporter le Christianisme à Rome, comme Aquilas et Prisca ; 4.° par des disciples de Paul tels que ceux qu'il cite , Rom. XVI. En tout cas Paul devait être pour quelque chose dans la formation de cette église, puisqu'il n'intervenait

---

(1) Sur l'expulsion des Juifs, Suétone nous dit : Claude XXV. « Judaeos , impulsore Chresto assidue tumultantes , Roma expulsit (Claudius). » Chresto pourrait être une corruption populaire de Christo , car au dialogue qu'on joint d'ordinaire aux écrits de Lucien et qui est intitulé Philopatris ou le Catéchumène, Jésus est par dérision appelé Chrestos pour Christos (Chrestos pris dans le sens de simple, débonnaire). Ce fait donne une certaine probabilité à l'hypothèse de l'introduction du christianisme du temps de Claude. De plus , le départ de Prisca et d'Aquilas , compris dans ce banissement, et leur adhésion antérieure au christianisme, confirment cette supposition.

jamais dans le champ du travail des autres. L'église était florissante et les païens convertis nombreux (Rom. XV, 15, 16. I Tim. V, 1.).

But. — Paul écrivit en qualité d'apôtre des Gentils : son but est d'exposer aux Romains la foi en Christ crucifié comme seul moyen de salut et non spécialement pour mettre l'accord entre les Judéo et les Pagano-chrétiens.

Occasion. — Ce qui amena Paul à écrire fut son projet d'aller à Rome et le désir de préparer son ministère par une lettre comme gage de sa foi et introduction à son œuvre d'évangéliste.

Contenu. — I.° Préambule. Salutation I, 1-7. Introduction I, 8—15. Indication du sujet I, 16, 17.

II.° Dogme. A. Les Juifs et les païens sont les uns et les autres dans le péché I, 18. 1.° La condamnation divine est pour ceux qui connaissant la volonté de Dieu, la méprisent et péchent contre elle. 18. Les païens connaissent la volonté du Seigneur, mais en partie par leur idolâtrie, en partie par leurs autres vices, ils péchent contre elle, et c'est pourquoi la colère du Seigneur les punit I, 19-32. Les Juifs quoique connaissant une plus grande part de vérité que les païens, cependant péchent comme eux II, 1—16. En conséquence les Juifs seront punis davantage que les païens II, 17-29. 2.° Réponse aux objections, a) les Juifs sont bien fondés dans la connaissance et par l'étude de la loi, mais si cette connaissance suffisait, Dieu ne condamnerait pas davantage les païens qui ont la religion naturelle II, 18-16, b), les Juifs sont circoncis, mais ceci est un témoignage de leur alliance avec Dieu, qui ne peut sauver les violateurs de l'alliance II. 25-29, c.) Les Juifs n'auraient donc pas d'avantage sur les païens, dira-t-on : certainement ils en ont, car à eux sont confiés les oracles de Dieu ; mais leurs privilèges ne vont pas jusqu'à fermer les yeux à la justice divine, III, 1-8, d) ; ils ont la loi et le sacrifice, mais ces choses produisent la connaissance du péché et non la rémission, III. 9-19 ; donc les païens et les Juifs ont également besoin du salut par Christ., III, 20.

B. Nouvelle voie de salut ; la foi justifiante et sanctifiante III, 21-30. Ses germes dans l'Ancien Testament. Abraham plut à Dieu par sa foi

IV, 1-25 ; ce moyen a été mis en évidence par l'amour de Jésus-Christ V. 1-11.

C. Harmonie de ce moyen de salut avec la nature humaine. Le péché est venu par Adam, le salut par Christ. La loi rend le péché plus sérieux, la grâce plus puissante, V, 12 — VI, 1. Tout chrétien doit renoncer au péché VI, 1 — VII, 6.

D. Progrès de la conversion dans l'homme, vie intérieure de la grâce VII, 7 — VIII, 17, perfection croissante de la création dans son ensemble VIII, 18-29.

E. Participation des Juifs au Christianisme, doctrine de l'élection IX, 1-29. Obstacles à la conversion des Juifs IX, 30 — X, 11, conversion finale des Israëlites X, 12 — XI. 32. Doxologie XI, 33-36.

III.° Morale. Nécessité de se dévouer à Dieu XII, 1-8. Amour chrétien et charité XII, 9-21. Obéissance aux autorités XIII, 1-7. Amour mutuel XIII, 8—XIV, 14. Devoirs envers les faibles XIV, 15-XV, 14.

IV.° Epilogue. Paul donne des nouvelles de sa personne et recommande Phoébé XV, 15 — XVI, 2. Salutations et vœux XVI, 3-27.

Style, etc— Cette lettre divine a été écrite sous la dictée de Paul par Tertius. L'épître aux Romains excite un concert d'admiration de la part des chrétiens. Chrysostôme la nomme clé d'or de l'évangile; Augustin, un modèle d'éloquence dans le genre modéré; Erasme, le chef-d'œuvre de St.-Paul ; Grotius y retrouve le style accompli d'Isocrate; avec Olshausen nous pouvons dire qu'elle a été la base de tous les développements dogmatiques dans l'église d'Occident.

ÉPITRE AUX PHILIPPIENS.

Authenticité. — Elle a en sa faveur : Ignace, Polycarpe, Irenée, Tertullien, Clément d'Alex., Origène, Cyprien, qui la citent directement ou indirectement. Polycarpe emploie le pluriel, mais on n'en peut conclure qu'il veuille faire mention de plusieurs lettres ; car le grec emploie souvent le pluriel pour le singulier, quand il s'agit de lettres.

Les anciens canons, le recueil de Marcion, enfin les caractères internes d'originalité et les allusions établissent solidement l'authenticité (1).

Langue. — Grec sans contestation.

Intégrité. — Reconnue. Grotius croit que les chapîtres II et IV sont une addition, mais de la main même de Paul. Heinrichs y voit deux épîtres réunies, la première composée des deux premiers chapitres, adressée à toute l'église, la seconde au clergé ou à ses amis. Paulus est de cet avis, mais termine la deuxième épître à IV, 9. Le reste du chapître serait joint à la première partie. Krause est de l'avis de Grotius; ces hypothèses sont sans fondement. το λοιπον est bien plutôt une transition qu'autre chose (Bretschneider, Griesbach et Bertholdt) et χαιρειν qui se trouve IV, 4 (comp. IV, 10), veut dire : *réjouissez-vous* et non : *adieu.*

Temps. — 63. Des paroles de Paul on peut conclure que c'est pendant sa captivité (I. 7. 13; IV, 22.) Nous voyons par II. 25. 26. que les Philippiens avaient envoyé Epaphrodite à Rome auprès de Paul, que le premier avait été très malade, que la nouvelle de sa maladie était parvenue à Philippes, qu'Epaphrodite avait eu du chagrin de l'inquiétude qu'il avait causée, ce qui suppose au moins trois communications avec Philippes depuis que Paul était à Rome, par conséquent un temps assez long, ce qui fixe l'époque vers la fin de la captivité (Cellérier.).

Lieu — Rome. Paul fait mention de ses liens, des conversions opérées jusques dans le palais de l'empereur; il envoie les salutations de la maison de César. Les souscriptions portent Rome. — En 1731 Oeder soutint Corinthe, et il fut réfuté par Wolf; en 1799 Paulus dit Césarée, il fut combattu avec succès par Heinrichs. L'une et l'autre opinion furent discutées et renversées par Bertholdt.

Titre. — Aux Philippiens.

---

(1) Commentaires de M.r-A. Rilliet, Usteri, Storr, Steiger, Néander (Commentaire pratique traduit par E. de Pressensé).

Etat de l'Eglise. — Première église chrétienne fondée en Europe par Paul, l'an 50 (Horne), église aimée tout spécialement de l'apôtre. Troupeau petit, mais très-généreux, contribuant par ses dons à l'évangélisation apostolique en Macédoine, à Thessalonique, à Rome, Luc et Timothée évangélisèrent Philippes après Paul et l'église s'agrandit. On a remarqué qu'à Philippes se trouvaient réunis les cultes les plus divers : paganisme macédonien, grec, romain et asiatique ; mystères de Samothrace, assemblée juive et église chrétienne.

But. — Le but de Paul est de confirmer les Philippiens dans la foi, de les prémunir contre les Judaïsants et de témoigner sa reconnaissance pour leur libéralité chrétienne.

Occasion. — Ce fut le départ d'Epaphrodite, un de leurs anciens par qui Paul l'envoya, qui occasionna son épître et aussi le besoin de secours en argent qu'il ne voulait recevoir que de cette église dévouée (étant prisonnier il ne pouvait travailler).

Contenu. — I. Introduction I. 1. 2.

II. *a.*) Sa reconnaissance envers Dieu I. 3-11. Ses souffrances ne sont pas des obstacles à l'évangélisation, I. 12-20. *b.*) Exhortations à une conduite chrétienne ; exemple de Jésus-Christ I. 21 — II. 17. Promesse d'envoyer Timothée et Epaphrodite 18-20. *c.*) Il prémunit ses lecteurs contre les Judaïsants III — IV. 1. *d.*) Exhortations IV. 2-9. *e.*) Il se défend de desseins mercenaires, car il sait s'accommoder de toute situation IV. 10 — 18.

III. Salutation de sa part et de celle des amis de Rome. Bénédiction IV. 21 — 23.

Style, etc. — Ecrite au nom de Paul et de Timothée. Style animé, affectueux, agréable, coulant et aisé. Plein de confiance dans ses amis, il leur épargne toute censure.

ÉPITRE AUX ÉPHÉSIENS.

Authenticité. — Elle est généralement admise comme étant de

Paul. Citée comme de lui par — Ignace, 7 allusions. — Polycarpe, allusion. — Irénée, citation avec le nom de Paul. — Clément d'Alexandrie, Tertullien, Origène, etc. admettent son authenticité sans contradiction.

Quelques modernes l'ont contestée, s'appuyant sur le style de l'épître et sur ce qu'elle paraît combattre les gnostiques, qui n'avaient pas encore paru du temps de Paul. La difficulté du style vient de la nature du sujet ; ce n'est pas un rhéteur qui parle, mais un homme inspiré. Le sort de cette épître est intimément lié à celui de l'épître aux Colossiens ; l'une et l'autre ont même objet, même doctrine, mêmes arguments, même messager ; elles sont contemporaines. Comp. Eph. I. 22 ; IV. 15 ; XI. 15. et Colos I. 18 ; II.19 ; III. 10. 11. — Eph. II ; 14; 16. 20, et Col. II. 14 ; I. 18. XI. 7. Conformité frappante entre Eph. 7. I 20. Colos. I. 14. 20.— Eph. V. 2, Cols. I. 25. — Eph. V. 19. Col. III. 16. — Eph. VI 29. Col. IV. 8. — Eph. I. 19. II. 5. Col. II. 12. 13. — Eph. IV. 2. 4. 16. 32. Col. III 9. 10. — Eph. IV. 22. 24. Col. III. 9. 10. — Eph. V. 6, 8. Col. III 6. 8. — Eph. V. 15. 16. Col. IV. 5. — Eph. VI. 19. 20. Col IV. 3. 4. — Eph. V, 22. VI 1. 9. Col. III. 18. IV. 1. — Eph. IV. 24. 25. Col. III. 9. 10. — Eph. V. 28. 22. Col. III. 17. 18. etc. Cette concordance dans le fond et la forme suppose le même auteur, et toucher à l'une, c'est les renverser toutes deux ; pareillement en établir une, c'est les établir l'une et l'autre. Or, l'épître aux Colossiens sera fixée en son temps ; du reste, les preuves externes que nous avons fournies sont dirimantes. La différence du style ne peut les détruire. Quant aux gnostiques, il n'est nullement prouvé que les germes de cette philosophie ne soient pas contemporains de Paul et puis il est hasardeux de vouloir prouver que Paul a combattu les gnostiques proprement dits, il s'agit bien plutôt de Juifs philosophants et adonnés à la magie ; or c'est là une tendance très-ancienne chez cette nation, puisqu'elle commence en quelque sorte à la captivité.

Langue. — La rudesse du style nous semble un caractère interne qui s'ajoute à la tradition pour attester que l'original fut grec.

Intégrité. — Notre texte est intègre, mais Marcion le falsifia et l'interpola, ce dont il fut repris par Tertullien.

Temps. — En 64. On le conclut des allusions à l'emprisonnement de l'apôtre (III. 1 ; IV. 1 ; VI. 18. 20. ἐν ἁλύσει comp. Act. XXVIII. 16. 20. τὴν ἅλυσιν ταύτην περίκειμαι) ; l'analogie frappante réside surtout dans le singulier, employé seulement pour l'espèce de détention que Paul subissait à Rome (ailleurs Act. XXVI. 29. c'est δεσμοί, fers; aux mains et aux pieds, ou Act. XII. 6, αλυσεις, lié de chaînes entre deux soldats.) Paul avait l'espoir de voir finir sa captivité (VI. 19.); donc, c'est à la première captivité, peu après son arrivée (1). — Comme argument, on peut encore présenter que cette épître doit être du même temps que celle aux Colossiens.

Lieu. — Le temps fixé, le lieu ne peut être que Rome. Les souscriptions sont unanimes sur ce point.

Titre. — Sujet controversé.

Grotius, Mill, Wetstein, Vitringa, Venema, Benson, Paley, etc. disent que le titre ordinaire n'est pas exact et que l'Epître fut adressée aux Laodicéens. Cette opinion s'appuie : 1.° Sur Marcion qui l'affirme. Son témoignage, dit-on, n'est pas contestable sur un point semblable qui ne touche pas à la doctrine. 2.° Sur ce que Basile dit que les anciens manuscrits portaient Παυλος τοις αγιοις τοις ουσι και πιστοις εν Χριστω Ιησου. adv. Enom 2. Jérome. Comm. sur Eph. I, paraît dire la même chose; le manuscrit du Vatican n'a Ephèse qu'à la marge (Hug. de antiquitate Cod. Vatic. 26.). 3.° le contenu de l'épître présente les formes que Paul emploie pour les Églises qu'il n'a pas visitées, ce qui peut être le cas de Laodicée (Col II. 1.) et non d'Ephèse où il a séjourné (I. Cor. XVI. 8; II. Cor I. 8; I Tim. I. 3; II Tim. I. 18; Act. XVIII. 18; XX. 1; Eph. I. 15. 17.) 4.° c'est d'elle qu'il est fait mention Col. IV. 16 ; en effet, il s'agit d'une lettre récente, cano-

(1) En 61 selon Horne; l'an 8 de Néron selon Théodoret, Grotius, Calmet, Mauduit, Glaire, Paley, Coquerel.

nique, puisque Paul veut qu'on la communique aux Églises et tout cela répond à la nôtre. Pour expliquer l'erreur des manuscrits, on remarque qu'un messager allant de Rome à Laodicée et passant à Ephèse, pouvait y communiquer la lettre ; des copies faites alors pouvaient prendre le nom d'Ephèse sans peine, puisqu'il n'y avait qu'un nom à changer ou que l'épître n'en portait pas, et, de la métropole de l'Asie-Mineure passant à la chrétienté, l'erreur se serait multipliée.

Michaelis, Hœrlein, Hug, Usteri, Bengel, Cellérier, Olshausen, Harless, Steiger, gardent le titre reçu communément ; mais font de l'épître une lettre encyclique pour toute l'Asie-Mineure. Cette hypothèse explique la généralité de l'épître et le manque de traits spéciaux pour Ephèse. On peut objecter que l'encyclique devant aller aussi à Colosse y serait arrivée en même temps que la lettre particulière adressée à cette église, double emploi improbable ; mais l'hypothèse de la lettre adressée aux Laodicéens, communiquée à Colosse, présente la même difficulté. Macknight veut que l'épître fût envoyée à Ephèse avec ordre d'en faire une copie pour Laodicée, et, s'adressant à un double auditoire, Paul se serait abstenu de traits spéciaux sur Ephèse.

Lardner, Calmet, Horne, Glaire, etc. se fondant sur la masse des manuscrits, anciennes versions et pères, lisent : εν Εφεσω. Les preuves externes sont abondantes. Ignace dit aux Ephésiens que Paul leur a écrit. Irénée, Clément d'Alexandrie, Tertullien, Origène, Cyprien, la citent aussi franchement que possible ; comme preuve interne on présente quelques allusions à la magie, à la philosophie et à l'impureté des Ephésiens. On remarque encore que Basile est choqué de l'absence du mot ουσι, mais son observation ne porte pas sur εν Εφεσω car il cite l'épître sans hésitation. On fait aussi observer que le témoignage de Marcion est sans autorité.

De bonne foi, les opinions intermédiaires ne sont que de pures hypothèses ; la première, celle qui dit *aux Laodicéens*, a pour elle les preuves internes; la seconde, celle qui dit *aux Ephésiens*, les preuves externes. Selon que l'on donne plus d'autorité aux unes qu'aux autres, on se décide pour la première ou pour la seconde.

Pour moi, je me range à l'opinion commune. Je crois jusqu'à plus ample examen que l'épître porte son vrai titre; je ne m'explique pas les difficultés internes et les considère comme des singularités.

Quelques-uns, selon Calmet, veulent que ce soit une seconde épître à cause de III. 3. ; mais ces mots s'appliquent parfaitement au chapitre précédent (1).

Etat de l'Eglise. — L'Eglise d'Ephèse fut fondée par Paul environ en 54 (Horne), d'abord parmi les Juifs à son premier voyage, et surtout parmi les païens à son second ; il resta chez eux jusqu'en 56, (Horne), et obtint de leur zèle la destruction de leurs livres de magie.

Avec l'impureté et l'amour des vains raisonnements, la magie était un des vices du pays. (2) L'église était nombreuse et florissante.

But. — Confirmer la pureté de la foi, maintenir les bonnes mœurs, prémunir les fidèles contre les philosophes, les magiciens, et les Juifs inconvertis, tel est le but de Saint-Paul. Il ne dispute pas, il explique, enseigne et encourage à persévérer dans la bonne voie qu'il a précédemment enseignée.

Occasion. — Paul ne précise dans sa lettre aucun incident qui puisse expliquer l'occasion, à moins que nous ne considérions le départ de Tychique comme la cause qui lui fit choisir ce moment; l'épître fut portée par ce Tychique.

Contenu. — I.° Introduction. 1. 2.

II.° Doctrine. Louange à Dieu pour le bienfait de l'Evangile. I. 3 — 14. Prière pour les saints I. 15 — II. 10. Misère antérieure, félicité présente. II. 11 — 22. Prière pour eux. III.

III.° Exhortation générale et dogmatique. Unité de l'Esprit et diversité des dons IV. 1.-16. Différence entre leur premier et leur der-

---

(1) L. Montet. In Epistolam Pauli ad Coloss. Introductio. Commentaires de Mélanchton et de Steiger.

(2) Les Εφεσια γραμματα, voyez aussi Aristophane, Lucien (Alexandre, l'Ane etc.), Apulée, etc.

nier état IV. 17-24. Exhortation particulière et morale. Eviter le mensonge, la colère, le vol, etc. IV. 25 — V. 21. Devoirs des maris et des femmes V. 22 — 33. Enfants et parents VI. 1 — 4. Maîtres et serviteurs VI. 5 — 9. Exhortation finale à combattre le combat spirituel VI. 10 — 20.

IV. Conclusion VI. 21. — 24.

Style, etc. — Difficile à comprendre ; longues phrases composées de membres de phrases très courts, susceptibles de constructions différentes, très animées du reste ; expressions fécondes et sublimes.

ÉPITRE AUX COLOSSIENS.

Authenticité. — Ignace, Ep. aux Smyrniens — Justin, martyr, cite Col. I 15 — Tertullien adv. Hæres cite II. 2 — Clément d'Alex cite I. 9. 11, 25, 28. etc. — Irénée adv. Hær. cite IV. 12 — Origène contre Celse — Théophile à Autolicus — Marcion, la citent. — Eusèbe Hist. Eccl. la met dans les ομολογουμενα. Bref, elle est universellement reconnue. — Preuve interne : le style, la méthode, sont de Paul ; analogies nombreuses avec ses autres épîtres. — Elle a été contestée par Bauer et Mayeroff, refutés par Hulher, Baeher et Boehmer.

Langue. — Grec. Bertholdt et Bolten prétendent qu'elle fut écrite en araméen et traduite en grec par Timothée. Bœhmer les réfute. Il n'est pas prouvé que Timothée sût l'araméen, et d'ailleurs les termes araméens sont dans les habitudes de Paul. Les chrétiens de Colosses savaient le grec.

Intégrité. — Quoique altérée par Marcion, comme toutes les épîtres, son intégrité est reconnue et réelle dans la limite des variantes sans importance que les copistes ont pu introduire.

Temps. — En 64. Paul parle de ses liens, c'est la première captivité ; Timothée n'étant plus avec lui, c'est à la fin. Lardner, Calmet Glaire, Horne, etc. sont de cet avis.

Lieu. — La souscription porte Rome, nous la maintenons. Pierre Lombard et Lanfranc après Grégoire-le-Grand ont soutenu que c'était

d'Ephèse que Paul avait écrit; Schulzius, de Césarée; mais Hutter les réfute en montrant que la mention des compagnons de Paul et l'allusion à la captivité prolongée ne peuvent se rapporter qu'à Rome.

Titre. — Les manuscrits du Vatican, d'Alexandrie, d'Ephrem et beaucoup d'autres, les versions coptes, syriaques et slavonnes, Origène, Grégoire de Nisse et quelques pères lisent εν Κολασσαις, mais Κολοσσηνοι, Κολοσσαι qu'on trouve sur les monnaies de cette ville, montrent que nous avons le vrai nom. Ceci est encore confirmé par l'orthographe d'Hérodote, Xenophon, Pline et Strabon. Quelques auteurs latins et grecs se sont imaginé que l'épître s'adressait aux Rhodiens, célèbres par leur Colosse ; mais cette opinion ne tient qu'à un jeu de mots. Malgré les efforts de Wetstein, Mill, Griesbach, Michaelis, et Bertholdt pour défendre Κολασσαις nous gardons le titre *aux Colossiens*.

Etat de l'Eglise. — Théodoret prétend qu'elle fut fondée par Paul. Schlutz et Niggers l'ont appuyé ; mais tous les autres critiques pensent que Paul n'est jamais allé à Colosse (voy. Col. II. 1), ni à Laodicée. C'est probablement Epaphras selon Rosenmüller, ou Timothée selon Michaelis, ou quelques disciples d'Ephèse ou de Phrygie convertis par Paul qui fondèrent l'Église entre 57 et 63 (voyez Eichorn). Dans l'église de Colosses se glissèrent de faux docteurs d'une doctrine douteuse, amalgame de judéo et de pagano-chrétiens. Michaelis les dit des Esséniens ; Horne, un mélange d'Esséniens et de gnostiques ; Clément d'Alex. et Tertullien, des Epicuriens ; Grotius, des Pythagoriciens; Heuman, des Platoniciens et des Stoïciens; Eichorn et Schneckenburger, de faux apôtres juifs ; Herder, des Kabbalistes ; Néander, des gnostiques Cerinthiens ; Mosheim et Hug, des Théosophes orientaux. Credner attaque et ruine l'opinion que ce sont les Esséniens. Nous ne voulons rien décider dans cette mêlée d'opinions ; mais nous présumons que ces faux docteurs étaient imbus de divers systèmes que l'apôtre groupe avec raison sous le titre de faux amis de la sagesse.

But. — A la fois didactique et polémique. Cette épître réfute les doctrines philosophiques. Elle expose les devoirs chrétiens de la con-

naissance de l'Évangile, de la foi et de la charité. Elle fonde en Christ, seul parfait, tout espoir de salut pour l'homme.

Occasion. — Des difficultés survenues dans l'église des Colossiens nécessitaient l'envoi d'Ephras et d'une lettre apostolique.

Contenu. — I.° Inscription et salutation I. 1. 2.

II.° L'apôtre rend grâce pour la foi et la charité des Colossiens I. 3 — 8. Il prie Dieu pour leur perfectionnement I. 8 — 14. Dignité du chrétien I. 15—20. Leur réconciliation pourvu qu'ils demeurent dans la foi I. 21 — 23. Il se réjouit d'avoir été appelé à la connaissance du mystère de la vérité I 24—29. Son attachement aux chrétiens de Colosse et de Laodicée II. 1 — 7. Il les exhorte à se détourner des faux docteurs II. 8— 15, à se dégager des lois cérémonielles sur le boire, le manger, etc. II. 16—24 à s'attacher aux choses célestes. III. 1—4.

III.° Morale. Avertissement sur l'incontinence, le mensonge, l'avarice, la charité, la piété III. 5 — 17. sur les devoirs des maris et des femmes, des pères et des enfants, des maîtres et des esclaves III. 18— IV. 1, sur la sagesse des chrétiens en présence des inconvertis IV. 5. 6. Affaires privées IV. 7 — 17.

IV.° Salutation de la propre main de l'apôtre. IV. 18.

Style. — Nous avons déjà remarqué la parenté qui existe entre cette épître et celle aux Ephésiens. Calvin appelle cette lettre : *Thesaurum incomparabile.* Grotius et Cocceïus ont fait remarquer à son occasion que les plus belles épîtres de Paul sont celles qu'il a écrites en prison, ce qui rappelle cette parole : « quand je suis faible, c'est alors que je suis fort. »

ÉPITRE A PHILÉMON.

Authenticité. — Au temps de Jérome (Proemium in Ep. ad Philemon), quelques personnes niaient que cette épître fût de Paul comme n'étant pas digne du caractère apostolique, mais le traducteur de la vulgate leur répondait victorieusement. Tertullien, Caïus, Origène, les anciens auteurs cités par Eusèbe et les Pères

subséquents ont reconnu comme authentique l'épître à Philémon. Marcion qui a si hardiment taillé dans l'œuvre de Saint-Paul, reconnait celle-ci. Le soin d'un esclave n'est pas indigne de l'apôtre de Jésus. La mention de Timothée, de Marc, d'Aristarque, de Démas et de Luc concorde avec l'histoire. Le style est de Paul et elle est autographe (V. 19).

Langue. — Ecrite en grec.

Intégrité. — Incontestée. Tertullien dit que les Marcionites mêmes l'ont respectée, peut-être à cause de sa brièveté.

Temps. — D'après les versets 1. 10. 13 et 23, Paul était en prison, mais il avait l'espoir d'être rendu à la liberté (22) c'est donc probablement durant la première captivité, l'an 62 ou 63 selon Horne et Glaire, 65 Hug, du même temps que l'épître aux Colossiens (Comp. Philem. 10. 12 et Col. VI 7. 9. Philémon 20 et Col. IV. 3; Philip I. 23, 24) L'une et l'autre sont écrites au nom de Timothée et portent des salutations des compagnons de Paul à Rome; Aristarque, Marc, Epaphras, Luc et Démas.

Titre. — A Philémon.

Etat du lecteur. — Fidèle de l'Église de Colosse en Phrygie, sa maison était un lieu de culte. Il avait de grandes obligations à Paul. Il était riche et généreux. Grotius, Beausobre, etc. en font un ancien de l'Église ; la tradition, un évêque.

But. — Présenter à Philémon les raisons pour pardonner à Onésime, régler à ce propos les rapports du maître à l'esclave et poser les bases d'une émancipation future.

Occasion. — Onésime était esclave de Philémon, peut-être avait-il volé son maître. Il s'était enfui à Rome ; repentant, il vint trouver Paul et en reçut le baptême. L'apôtre prisonnier le garda quelque temps à son service; ensuite Onésime voulut retourner à son maître, selon qu'il le devait, alors Paul lui donna comme lettre de recommandation celle que nous possédons.

Contenu. — I.° Inscription 1. — 3.

II ° Il rend grâces pour la générosité de Philémon 4. — 7. Requête pour Onésime 8. — 21.

III.° Il demande un logement. Salutations 22. — 25.

Style. , *etc.* — Douceur , charité , onction remarquable , modèle d'éloquence d'une grande habileté dans le genre persuasif, selon Jérome, Chrysostôme et Erasme. Au nom de Paul et de Timothée, cette lettre fut écrite de la main même de l'apôtre (Philém. 19).

ÉPITRE AUX HÉBREUX.

Authenticité. — Vivement contestée. — On a attribué cette épître à plusieurs auteurs:

1.° A Clément de Rome. — Mais ce Père est auteur d'autres lettres et on n'a jamais songé à le mettre dans le canon. Son style est verbeux, tandis que celui de l'épître aux Hébreux est énergique et noble. Enfin Clément a fait de larges emprunts à cette épître et la manière dont il la cite ne permet pas de douter s'il copie , tandis que les morceaux transcrits ne paraissent nullement des pièces de rapport dans notre épître et tiennent au contraire au nexe du discours. Comp. Héb. I, 3. 7. 13 à Clém. ad Cor. 36 ; Héb. IV. 12 à Clém. 21 ; Hébr. XI. 37 à Clém. 17 ; Hébr. III. 2 à Clém. 14 ; Hébr. III. 5 à Clém. 14 ; Hébr. XI. 8 à Clém. 10 ; Hébr. XI. 31 à Clém. 12 ; Hébr. XI. 3 à Clém. 38 et 15 ; enfin Hébr. XII. 12 à Clém. 19.

2.° A Luc. — Il y a plusieurs ressemblances de mots, mais non de style, et au moins autant de différence entre l'épître et les écrits de Luc qu'entre celle-là et les lettres de Paul. L'érudition juive qu'on y voit ne peut venir d'un grec converti et les Pères qui ont mis ce nom en avant ne l'ont présenté que comme traducteur de l'œuvre originale de Paul.

3.° A Barnabas. — Tertullien est le seul à le penser et son témoignage ne peut tenir contre tous ceux de l'Église grecque. Rien, ni dans la lettre, ni dans l'histoire de Barnabas ne peut appuyer cette hypothèse. Du reste, Barnabas ne nous est pas représenté comme un homme plus éloquent que Paul, bien au contraire ; et la remarque critique

faite le plus souvent sur cette lettre est qu'elle est trop bien écrite pour être de Paul.

4.° A Marc. — Nous ne faisons que mentionner cette opinion ; elle n'a rien pour elle.

5.° A Tertullien. — Mais Tertullien lui-même l'attribue à Barnabas.

6.° A Apollos. — Luther et Bèze n'ont présenté cette opinion que sous forme dubitative et ils ont bien fait. Si ce chrétien était éloquent, instruit et digne d'une telle œuvre, il n'en est pas moins positif qu'aucun témoignage externe ne l'établit et que l'argument interne est assez illusoire.

7.° A un Alexandrin. — Mais Panthène qui était catéchiste à Alexandrie et Clément d'Alexandrie son successeur, étaient bien placés pour connaître la littérature de leur ville et ils déclarent que l'épître est de Paul.

8.° A un Marcionite. — J'ignore si quelqu'un dans les temps modernes a adopté cette opinion de Caïus et du fragment de Muratori ; s'il se trouvait, nous lui demanderions compte des témoignages les plus respectables qui s'y opposent.

9.° Olshausen pense, dit M. Bost, que c'est une église entière qui est l'auteur et que Paul n'a fait que l'apostiller. Voilà une idée bien singulière et peu conforme à la dignité apostolique.

10.° Hypolite et Irénée, selon Photius, estiment que cette lettre est d'un Paul différent de l'apôtre ; mais quel était ce Paul ? où et quand vivait-il ? Un homme de ce mérite serait donc resté dans l'oubli ?

11.° Enfin, on la dit composée par Paul, mais corrigée ou traduite par un autre tel que Luc, Clément, etc. Ceci n'est fondé sur aucune donnée historique et il serait assez étrange que Paul fît ainsi remanier ses ouvrages par des disciples.

Nous avons écarté onze hypothèses et n'avons plus à examiner que la douzième, savoir : Paul est l'auteur de l'épître aux Hébreux. Ceci au fait est la vraie question. Tâchons de la traiter à fond et présentons d'abord les objections.

Objections externes. — 1.° On prétend qu'il y a une allusion à

cette épître dans la 2.e de Pierre, mais celle-ci admise, et elle est contestée, elle s'adresse aux Juifs dispersés, tandis que celle aux Hébreux regarde les Juifs de Palestine ; dès lors sur quoi porte l'allusion ?

2.° La tradition n'est pas unanime ; l'église latine des trois premiers siècles ne lui est pas favorable ; elle n'est citée ni dans la discussion avec les Novatiens, ni dans celle avec les Montanistes ; — Tertullien lui donne pour auteur Barnabas ; — le fragment, dit de Muratori (2.e siècle) l'attribue à la fraude d'un Alexandrin Marcionite — Caïus, prêtre de Rome (212), ne compte que 13 épîtres de Paul et attribue la présente aux Marcionites (Eusèbe Hist. Eccl. VI. 20) ; — Irénée et Hypolite ne l'attribuent pas à Paul ; — Eusèbe et Jérome résumant les opinions du passé, doutent et assurent que l'église romaine la rejette. Après le concile de Carthage on continue à douter de l'authenticité (voy. le commentaire de Primasius et Isidore de Séville). Depuis la réformation, Luther, Calvin, Erasme, de Bèze, Cameron, Scaliger, Grotius, Cajetan, Le Clerc, Schmidt, Lefèvre, Saumaise, Storr, Bodme, Sindorf, Bertholdt, etc., ont rejeté la Paulinité ou la canonicité de l'épître aux Hébreux.

Objections internes. — L'épître est anonyme contre l'usage de Paul. — Style différent. — Présence de passages favorables aux Novatiens et aux Ariens. — L'auteur dit avoir reçu la doctrine de Jésus de témoins oculaires : or Paul la tient directement de Jésus. — Il suppose que les premiers docteurs du christianisme sont morts (XIII. 7), or, ils vivent encore. — Silence sur ses liens, ses travaux, la foi en Jésus, le salut gratuit, la résurrection, le jugement, qui sont des points fondamentaux dans les épîtres reconnues.

Voici maintenant ce qu'on peut dire tant pour détruire les objections que pour établir l'authenticité de l'épître.

II Pierre III. 14. 16. Ce passage s'adresse aux εκλεκτοι παρεπιδημοι διασπορας 1 Pier, I. 1. διασπορα selon Schleusner est ***regio quam dispersi Judei inhabitant*** et par métonimie les Juifs eux-mêmes. La seconde épître leur est adressée (II. Pierre III. 1). L'une et l'autre sont adressées aux Juifs seuls (I. Pierre II. 12. IV.3. etc). L'épitre aux

Hébreux est pareillement adressée aux Juifs seuls, dispersés ou résidents peu importe ; ce qui regarde les uns regarde aussi les autres ; donc il est probable que c'est à notre épître que se rapporte II Pierre III. 14. 16. L'exhortation de Pierre a pour matiere selon toute apparence. Hébr. IX. 27. 28 ; X. 19 - 37 ; XII. 1. 14. 16. 25. - 29.

Arguments externes. — Les Pères grecs et orientaux sont unanimes. Panthène, tout voisin des temps apostoliques, Eusèbe Hist. Eccl. VI. 14, — Clément d'Alex. Eus. H. E. III. 38, — Origène qui en appelle aux premiers chrétiens οι ἄρχαιοι ανδρες, — Denys d'Alex., - Theognoste d'Alex., — Méthodius, — Pamphile de Césarée, — Archelaüs — Hieron Egyptien, — Eusébe de Césarée, — Athanase, — Adamantius, — Cyrille de Jérusalem, — Serapion, évêque d'Egypte, — Titus de Bostra, — Epiphane, — Bazile, — les deux Grégoire, — Amphiloque, — Diodore de Tarse, — Didyme d'Alex., — les constitutions apostoliques, — Théodore de Mopsueste, — Chrysostôme, — Maximien (arien), — Severus, — Victor, — Cyrille d'Alex., — Theodoret, — Ephrem de Syrie, — le concile de Laodicée, — En occident : Hilaire de Poitiers, — Lucifer, — Victorin, — Ambroise, — Philastre, — Augustin, — Ruffin, — le concile d'Hippone, — le 3.e de Carthage, — Chromace, — Innocent, — Paulin, — Cassien, — Prosper, — Euscher, — Léon, et dès lors toutes les églises chrétiennes ont reconnu l'authenticité. Si la réforme a produit des adversaires, elle a fourni aussi des défenseurs nombreux et distingués comme : Braun, Carpsov, Spanheim, Lardner, Macknight, Moses Stuart, Wetstein, Rosenmüller, Bengel, Tomline, Horne, Cellérier, etc.

Dans Eusèbe, le fameux passage Hist. Eccl. III. 25 place l'épître parmi les homologoumènes sous le nom de Paul, disant que les 14 épîtres de Paul sont manifestes et bien connues προδηλοι και σαφεις. Jérome la reçoit tout en parlant des doutes des Pères latins. Les hérétiques, montanistes, novatiens, sémi-pélagiens, nestoriens et les ariens. en premier lieu, l'acceptent.

Il n'est pas certain qu'Irénée ait rejeté cette épître, puisque Eusèbe nous apprend qu'il la citait dans un ouvrage qui est perdu et Photius

peut s'être appuyé sur le silence des autres livres pour dire qu'il ne l'admettait pas. Hypolite, quoique écrivain grec, était probablement en Italie. Donc l'église grecque peut être considérée comme unanime. Cette opinion est des plus anciennes, puisqu'elle commence à Panthène. Si on la rejetait en occident, c'était par des raisons dogmatiques et non critiques ; quand l'opinion de l'orient entier fut connue à Rome, on l'adopta presque sans exception.

Arguments internes, — C'est l'écrit d'un homme instruit dans la loi, tel était Paul (Hébr. XIII. 19. 24) ; d'un apôtre captif à Rome comme Paul (Hébr. XIII. 23. ; comp. II. Cor. I. 1 ; Col. I. 1 ; I Thes. III. 2).

On y remarque comme dans les écrits précédents une fervente hardiesse, un zèle brûlant pour Christ ; l'idée de l'efficacité de la foi, une vue compréhensive du caractère et de l'office de Jésus-Christ et bien d'autres idées profondes rappellent parfaitement le génie inspiré de St.-Paul. Comme dans ses autres écrits, il y a deux divisions : doctrine (I à XI, excepté VI) et morale (XII et XIII). La deuxième partie renferme de nombreuses analogies avec les autres épîtres, ainsi l'apôtre recommande ici comme ailleurs : le courage (Hébr. XII. 31 ; comp. Gal. VI. 9 ; Eph. III. 13), la paix et l'amour (Hébr. XIII. 14. 15 ; comp. I Cor. XIII. 1. 13 ; II Cor. XIII), l'hospitalité (Hébr. XIII. 2 ; comp. Rom. XII·13). la chasteté (Hébr. XIII. 4 ; comp. Eph. V. 3. 5), le contentement (Hébr. XIII. 5 ; comp Eph. IV. 14), la prière pour lui (Hébr. XIII. 19; comp. Eph. VI. 19 ; Tim. V. 25).

On retrouve dans l'ensemble de l'épître plusieurs expressions caractéristiques de Paul, ainsi κληρονομος παντων Hébr. I. 1 ; comp. Rom. VIII. 17. χαρακτερ Hébr. I. 3 ; Col. I. 15, II. 9. Συνεστηκε Hébr. I. 3; Col. I. 17; Hébr I. 34. Eph. I. 20. etc. en tout vingt expressions spéciales.

Il y a des hébraïsmes comme dans toutes les épîtres de Paul.

L'apôtre sépare les prémices de la conclusion par un discours paré-

nétique comme Rom. II. 13. 16. V. 12. 18 ; Eph. III. 1. 13. Ainsi Hébr. VI. 6.

Formes particulières de construction το γνοτον Héb. XI. 7;XII 13. 21 ; comp. Rom. I. 19 ; II. 4.I Cor. 25 ; — Hébr. VII. 11. Comp. Rom. VI. 19. 1. 24. 17. VIII. 2.

Expressions usuelles νηπιος γαρ εστι Hébr. V. 13. Comp. I. Cor. III. 1 ; Eph. II. 14. τελείων Hébr. V. 14. et 1 Cor. II. 6; Hébr. VI. 1. et Col. III. 14. Εαυπερ επιτρεπη ο Θεος Hébr. VI. 3. Comp. Cor. XVI. 7. Σκιαν των μελλοντων Hébr. X. 1 comp. Col. II. 17 ; Hébr. X. 28. comp. Rom. I. 17 ; Héb. XII. comp, Rom. XV. 23 ; I.Ephes. V. 25 ; Hébr. XII. 22 comp. Gal. IV. 26 ; Hébr. IV. 2. comp. I. Thes. II. 13. Il y a des mots communs à l'épître aux Hébreux et aux 13 reconnues, tels sont : αμαρτια. μεσιτης. διαθηκη. καταργεω. αγων. θεατριζεσται. στοιχειον. λειτουργος. πληροφορια. εντυγχανω. αδοκιμοι. αιδως. αιρεομαι. ακακος. εκλυω. ομολογια. υποστεσις. νεκροω. (Concord. Nov. Test. de Schmidt).

Si l'épître est anonyme, ce n'est pas sans raison ; suivant Panthène, c'est par humilité ; étant l'apôtre des païens, Paul ne voulut pas prendre aussi le titre d'apôtre des Hébreux. Clément d'Alexandrie croit que c'est parce que Paul avait beaucoup d'ennemis en Judée et que par son nom, il craignait de discréditer la doctrine qu'il enseignait, et si la fin pouvait le faire reconnaître, l'effet était déjà produit. On peut dire encore avec Calmet que c'est par sagesse et modestie qu'il ne se mettait pas en avant en écrivant à une église encore dirigée par la plupart des apôtres. Cette considération explique aussi pourquoi il ne donne aucune recommandation aux chefs de l'Eglise et ordonne au contraire d'avoir pour eux un profond respect et une grande obéissance. d'imiter leur foi et leur conduite. Enfin, ce n'est pas une lettre, mais un traité ; dès lors Paul ne sera pas astreint à suivre les mêmes formes que dans ses autres écrits.

Quant à la différence du style, quoique bien réelle, elle n'est pas absolue et peut s'expliquer ; 1.° par la différence entre un traité et une lettre ; 2.° par le soin apporté naturellement à une œuvre des-

tinée à convaincre des gens prévenus, plus difficiles que les églises qu'il avait évangélisées ou avec lesquelles il soutenait des rapports ; 3.° par la nature du sujet qui est fort élevé. Enfin les épîtres aux Ephésiens, aux Colossiens, à Philémon, et les discours oraux du grand apôtre (Act. XVII. 21. 31. XXIV. 10. XXVI. 1. 24.) nous ont appris que Paul était capable d'un beau langage et s'il s'est surpassé dans le traité aux Hébreux ce n'est pas une raison pour lui en contester la composition.

Les passages qui paraissent favoriser l'hérésie ne l'autorisent pas au fond ; c'est un point que les critiques modernes ont cédé.

Paul, dans cette épître, se met au nombre de ceux qui ont reçu la doctrine de Jésus de témoins oculaires ; cela ne veut pas dire qu'il n'ait pas reçu aussi des révélations directes du Seigneur. Paul n'a pas vécu dans la compagnie de Jésus avant sa résurrection : est-il étonnant qu'il ait dû apprendre des miracles, des discours, bien des faits de la vie de Jésus par la bouche de témoins rencontrés à Antioche, à Jérusalem ou ailleurs ? De plus il lui arrive fréquemment de se mettre à la place et du nombre de ceux auxquels il parle. Disons encore qu'au lieu de démontrer son apostolat il lui était plus avantageux de le voiler.

Quant au décès des premiers docteurs du christianisme (XIII. 7), Paul ne dit pas que tous fussent morts et l'on sait que Etienne, Jacques et probablement d'autres avaient disparu. A vouloir que tous fussent morts, on renverrait la composition de l'épître au second siècle, après la mort de Jean.

Nous avons expliqué pourquoi Paul ne parle pas de lui-même, et s'il ne parle pas des sujets importants dont on signale l'absence, c'est qu'il avait autre chose à dire, et que ces éléments de la foi étaient connus de l'église de Jérusalem.

On a encore dit contre l'authenticité qu'il y a dans le texte des espèces de jeux de mots (Héb. V. 8 ; VII. 3 ; XI. 37.) et que les citations sont tirées de la version des Septante (Hébr. II. 7. 5. 19) ; mais les rencontres de mots sont du goût des Hébreux et n'ont rien de frivole chez

eux. Les citations sont faites sur une version fort répandue, reconnue des Églises et citée dans d'autres écrits canoniques.

Il est temps de clore cette discussion ; de tout ce qui précède nous concluons que l'épître aux Hébreux est de l'apôtre Paul.

Langue. — Nous avons donné à cette question une solution implicite en traitant de l'authenticité. A nos yeux l'original est grec ; mais tous les critiques n'ont pas pensé de même. Clément d'Alexandrie, Euthalius, Théodoret, Jérome et dans les temps modernes Bahrdt, Michaelis et plusieurs autres ont pensé que l'original était en hébreu, traduit plus tard en grec par Luc ou Barnabas ou Clément. Voici les raisons qu'ils ont alléguées : 1.° Paul a dû écrire aux Hébreux dans leur langue; 2.° Cette supposition explique l'éloquence et le style remarquable, Paul étant élégant en hébreu et le traducteur habile dans sa langue ; 3.° ressemblance de style avec Luc.—La première raison est sans fondement, autrement les évangiles et les épîtres de Pierre eussent dû être écrits en hébreu et l'épître aux Romains en latin. Cette raison du reste est toute a priori. La 2.e est une hypothèse ingénieuse, mais non indispensable pour expliquer le style et l'éloquence. Troisièmement il n'y a pas plus de ressemblance entre l'épître en question et les écrits de Luc qu'entre elle et les autres écrits de Paul ; mais en outre Clément d'Alex., Origène, Eusèbe, Jérome n'ont jamais connu l'original hébreu, il n'en a jamais été question au deuxième siècle, il n'existait pas, car la Peschito est traduite sur le grec, il n'y a pas à en douter.— Le style est grec et très mêlé d'hébraïsmes comme le texte des Septante. L'écrivain explique l'étymologie des mots hébreux; il y a des jeux de mots qui ne se conserveraient pas par traduction (Hébr. V. 8. VII. 3. XI. 37). Il cite l'ancien Testament d'après les Septante, ainsi X. 5. comp. Ps. XXXIX. 7 ; Hébr. VIII. 8. comp. Jér. XXXI. 31 ; dans ces citations il n'est pas indifférent que ce soit les Septante ou la traduction littérale; car la première traduction a plus de force pour le raisonnement. Ainsi la citation littérale du Ps. XXXIX. présenterait un sens tout différent de celui des Septante. Jérémie XXXI porte ברית qui ne signifie jamais testament, tandis que διαθηκη

a le double sens d'alliance et de testament, ce qui est nécessaire au raisonnement. L'opinion de quelques anciens, quand on observe qu'aucun d'eux ne parle expressément de l'original de l'épître aux Hébreux, peut facilement s'expliquer par le besoin qu'ils avaient de donner raison de la diversité de style. On présume que Paul parlait mieux l'hébreu que le grec ; mais à Tarse on parlait grec et non syro-chaldéen et dans tous ses voyages et par tous ses discours, Paul ne se serait-il pas familiarisé avec le grec ?

Intégrité. — Reconnue.

Temps. — Antérieure à la destruction de Jérusalem, puisqu'elle parle de sacrifice; selon presque tous les chronologistes, en 63, dixième année de Néron, en 65 selon Hug. Les salutations d'Italie, ainsi que la promesse d'aller les voir, marque la fin de la première captivité.

Lieu. — Les souscriptions portent Rome, mais avec des variantes disant l'Italie ou Athènes. Néanmoins elles sont relativement modernes. Comme Paul salue au nom des frères d'Italie, nous concluons que le lieu est en Italie, mais non à Rome.

Titre. — Tous les manuscrits et toutes les versions portent la suscription Épître aux Hébreux, Tertullien. de Pudicitia 20, Clement d'Alex., Eusèbe H. E. VI. 25, Jérome, Eutyche, Chrysostôme, Théodoret, etc. pensaient que cette épître fut adressée aux juifs convertis qui habitaient la Judée et qu'on nommait Hébreux pour les distinguer des chrétiens hellénistes ou grecs, qui étaient dispersés parmi les Gentils (Act. VI.1.IX.20). Comme preuve interne on peut produire Hébr. V. 12; VI. 10; X. 33. 34; XII. 4; XIII. 19. 23. — Selon Storr, ce serait aux juifs de Galatie, selon Bengel, à ceux d'Asie Mineure, selon Semler à ceux de Macédoine, selon Ziegler et Boehme à ceux d'Antioche, selon Hase à une portion peu visitée de l'Asie que Jésus n'avait pas évangélisée, selon quelques uns à ceux de Rome, selon d'autres enfin à ceux d'Espagne. Les hypothèses ont fait le tour de l'empire romain pour une question de peu d'importance. Il ne faut pas aller chercher les Hébreux si loin de chez eux. C'est aux habitants de la Judée que cet écrit s'adresse.

État de l'Église. — Nous manquons de renseignements sur l'état de l'Église de Judée au moment où Paul lui écrivit; toutes les données que nous pouvons obtenir par induction proviennent de temps antérieurs ou de l'épître même. L'église de Jérusalem se distinguait par sa tendance au formalisme, son zèle pour la loi cérémonielle (Act. XV et XVI); les judéo-chrétiens admettaient bien Jésus comme le Messie, mais ne saisissaient pas bien le sens intime de son règne et l'abolition de la loi de Moïse par sa mort.

But. — Prouver la nécessité de la foi en Jésus-Christ pour réfuter les docteurs qui enseignaient l'alliance des formes judaïques et du christianisme; montrer l'insuffisance de l'ancienne alliance et du sacerdoce lévitique.

Occasion. — L'occasion fut probablement la persécution que les juifs incrédules faisaient subir aux judéo-chrétiens et les attaques fallacieuses de leurs arguments. Il importait de les encourager et de raviver leur foi prête à s'éteindre dans une sorte d'ébionitisme envahissant quoique ignoré.

Contenu. — Trois parties.

I.° Démonstration de la divinité de Jésus-Christ. I — X. 18.

Christ est le vrai Dieu. I, 1. — 3. Il est supérieur aux Anges I. 4—14; en conséquence nous devons faire attention au salut qu'il nous propose II. 1—14; Sa supériorité malgré Son humiliation terrestre II. 5—9 sans laquelle Il n'eût pu nous sauver II. 10—25 et pour laquelle Il prit la nature d'Abraham II. 16—18; Sa supériorité sur Moïse III. 1 — 6; application aux juifs qui ne doivent pas imiter l'exemple de leurs pères dans le désert. III. 7—IV 13; Sa supériorité sur Aaron et les grands prêtres; Il est préfiguré par Aaron et Melchisédech IV. 14. —VIII; (au chapitre V. 1-14. digression parénétique dans laquelle Paul condamne l'ignorance scripturaire des Hébreux); nature typique du tabernacle IX. 1—10. Le sacrifice de Christ est unique et abolit ceux de l'ancienne loi IX. 11 — X. 18.

II.° Application des arguments X. 19. — XIII. 19.

Exhortation à la foi, à la prière, à la persévérance dans l'Évangile. X. 19 — 45. Danger de renoncer à Christ après avoir reçu la vérité ; avertissements, encouragements pour montrer l'excellence et la nature de la foi — confirmés par l'exemple des saints hommes X. 37 — XI, à la patience et au zèle par le témoignage des anciens croyants, par l'exemple de Christ, par les desseins paternels et l'effet salutaire des corrections du Seigneur XII. 1 — 13, à la paix et à la sainteté, à l'observation de soi-même pour éviter le péché d'Esaü XII. 14 — 17. Obéissance pour l'évangile et culte respectueux pour le Seigneur à cause de la supériorité du christianisme ; amour fraternel, hospitalité, piété, charité, contentement, amour de Dieu XIII. 1 — 3 ; souvenir de la foi et de l'exemple des pasteurs déjà morts 4. — 8 ; vigilance vis-à-vis des fausses doctrines sur le sacrifice de Christ 9. — 12 ; soumission à la persécution à cause du Seigneur, actions de grâces à Dieu XIII. 18 ; soumission aux Anciens et prière XIII. 16. — 19.

III.° Conclusion. Prière et salutations XIII. 20. — 25.

Style. — Coulant et impressif. Elévation et clarté relative ; c'est un beau complément à joindre aux épîtres aux Romains et aux Galates ; c'est une épître comme le montre Michælis, mais en forme de traité, car Paul s'excuse sur sa brièveté VIII. 22, et pour une lettre elle est plutôt longue que courte. Cette épître a toujours été fort goûtée par les chrétiens ; le chap. XII a été une source intarissable de consolations pieuses.

PREMIÈRE ÉPITRE A TIMOTHÉE.

Authenticité—Contestée; niée même par Schleiermacher, Eichorn, et de Wette, soutenue par Planck, Süskind, Hug, Bertholdt, Guericke, Curtius, Heindenreich, Boehme, Schnekenburger, Mathies, Horne, etc., — Schleiermacher attaquait cette épître seule. Planck lui prouva que ses objections atteignaient aussi les autres épîtres dites pastorales ; alors Bertholdt les attaqua toutes trois. La violence des attaques a

produit des défenses consciencieuses et en définitive l'authenticité nous paraît bien établie.

Voici sur quoi nous l'appuyons.

Cette épître est parmi les Homologomènes. — Clément de Rome y fait des allusions, 1. ad Corinth. 29 ; comp. I Tim. II. 8. — id. 7. comp. I Tim. V. 4. — Polycarpe la cite ad Philip. 4 ; comp. I Tim. VI. 7 ; id. 12 ; comp. I Tim. I. 2. — Justin martyr (cité par Eusèbe, H. E. III. 26.) I Tim. III. 16. — Lettre des églises de Vienne et de Lyon I Tim. III. 15, IV. 3 4. — Irénée adv. Hæres I. 1. comp. I Tim. I. 4. — id. III. 3 ; comp. I Tim. IV. 21. — Clément d'Alex. , — Tertullien , — la version Peschito, — le canon dit de Muratori, toutes ces autorités affirment l'authenticité de l'épître et si Marcion l'a niée, c'est par des motifs tout dogmatiques. Schleiermacher accorde que les preuves externes sont abondantes, il ne conteste que la citation de Polycarpe et cela formellement, il récuse aussi l'autorité d'Eusèbe, mais avant ce Père nous avons assez de témoignages.

Nous avons donc pour nous la preuve externe qui à la rigueur pourrait suffire, l'argument interne étant de nature plus ou moins hypothétique et variable avec le point de vue et les progrès de la science.

Les trois épîtres pastorales se ressemblent par le style; Schleiermacher en conclut que la première à Timothée est une compilation posthume des deux autres. Ce raisonnement nous paraît faible ; la différence de style avec les autres épîtres est notable ; mais autre doit être le style d'une épître à une église et autre celui d'une lettre à un disciple. Le style est en harmonie avec le sujet.

On objecte beaucoup d'απαξλεγομενα ; mais les autres épîtres en fourmillent.

Schleiermacher se contredit en acceptant II Timothée et Tite, tout en rejetant I Timothée, et de Wette comme Eichorn se contredit en trouvant le style de cette épître conforme à celui de Paul. De Wette soutient que le contenu est contre l'authenticité. Guericke, Flatt, etc. le réfutent admirablement. De Wette et Eichorn soutiennent qu'il n'y

a pas de moment dans la vie de Paul, selon les Actes, où l'on puisse placer la rédaction de cette Epître ; cette attaque sera combattue en parlant du temps et du lieu.

Langue. — Grec.

Intégrité. — Inattaquée, sauf le passage I Tim. III. 16. θεος est la leçon qui nous paraît la vraie, voyez Hartwell Horne, Holden, Henderson, etc.

Temps. — Benson, Michaelis, Hug, Larder, Grotius, Cappel, Lightfoot, placent cet écrit entre les deux épîtres aux Corinthiens; lorsque Paul fut chassé d'Ephèse, par la sédition de Démétrius, en 59. — Eusèbe, Chrysostôme, Pearson, Leclerc, Rosenmüller, Mill, Paley, Olshausen, Guericke disent après la captivité à Rome, 64 ou 65. Il est une tradition bien établie (voir 1.re partie), c'est que Paul a été deux fois à Rome et c'est entre les deux que l'épître a dû être écrite. Les fausses doctrines répandues dans l'église montrent que l'église d'Éphèse a eu une certaine durée. La nouveauté de forme et de sujet s'explique facilement par la distance qui sépare les pastorales de la masse des épîtres. On objecte que Paul avait prédit que les Ephésiens ne reverraient pas son visage Act. XX. 25., et d'après cette conclusion, ils l'auraient revu. Ce n'est pas une prophétie et, en fût-elle une, rien n'empêche qu'elle ne se soit accomplie, puisque les termes en sont : ουκετι οψεσθε.... υμεις παντες, et que plusieurs des pasteurs pouvaient être morts ou déplacés à son retour. En second lieu, on dit que Timothée y est représenté comme jeune et qu'il avait cependant 28 à 30 ans ; mais relativement à Paul, qui avait une soixantaine d'années, eu égard à la charge immense d'évêque métropolitain à Ephèse, il pouvait être considéré comme jeune pour sa position, surtout avec les idées anciennes sur les limites de cette seconde période de la vie qui, selon Aulu-Gelle, s'étendait jusqu'à 40 ans.

Lieu. — Les souscriptions grecques indiquent Laodicée, capitale de la Phrygie Pacatienne ; mais elles sont modernes comparées à l'épître. Le nom de Phrygie Pacatienne datant au plus loin de

Constantin, Paulus veut que ce soit Césarée ; mais il n'a pas de raisons solides. Théodoret et la Synopse attribuée à Athanase déposent en faveur de la Macédoine. Les raisons alléguées par Paley et par Glaire, etc. I. Tim. I. 3. démontrent que le lieu d'où Paul écrivit fut probablement Philippes.

Titre. — A Timothée.

Etat du lecteur. — Timothée était chargé par Paul de la haute mission de diriger l'église d'Ephèse, infectée d'un gnosticisme naissant

But. — Paul écrit à Timothée pour l'instruire dans le choix à faire des chefs de l'église, pour le prémunir contre l'influence des faux docteurs (Esseniens selon Michælis , gnostiques selon Néander, voy pag. 160 de ce travail), pour tourner son attention vers la religion pratique et pour l'exciter au zèle et à la fidélité.

Occasion. — Elle ne nous paraît pas très précise, peut-être est-ce la nécessité d'établir des diacres et des anciens.

Contenu. — I.° Introduction I. 1. 2.

II.° Instruction à Timothée. 1.° Il rappelle à Timothée en quoi consiste sa charge I. 3.—11.—Digression de reconnaissance pour son propre appel I. 12.—20.—2.° a) le service divin II. b) les qualités des évêques et diacres III. c) la corruption des temps futurs IV 1--5, d) manière de soutenir le caractère sacré 6.—16, e) admonestation pastorale des hommes et des femmes V. 1. 2, f) devoirs envers les veuves V. 3.—16, g) les anciens 17.—29, h) les diacres 20. 21, i) quelques instructions spéciales 22. — 24, j) devoirs des esclaves VI. 1. 2.— 3.° les vaines disputes, l'amour de l'argent VI. 3. — 19.

III° Conclusion VI. 20. 21.

Style. — Familier, succinct, passant fréquemment du général au particulier et du particulier au général. Quoiqu'il diffère un peu de celui des autres épîtres, c'est bien le style de Paul. Cette lettre aurait été portée par Tite selon la version copte, par Tychique selon Baronius ; mais on n'a pas plus de raisons pour l'une que pour l'autre opinion.

EPITRE A TITE.

Authenticité. — Clément de Rome ad. Cor. 2. Allusion à Tite III. 1.—Irénée adv. Haeres III. 3. Citation de Tite III. 10. 11., Clément d'Alex.—Tertullien—la Peschito— le canon de Muratori —prouvent l'authenticité. Rejetée par Marcion, par Eichorn et De Wette et défendue par Planck, Hug, Bertholdt, Guericke, Heydenreich, etc., cette épître, par son analogie de sujet et de style, a été l'objet des mêmes attaques que la première à Timothée. Les adversaires de l'authenticité font ici, comme précédemment, bon marché des preuves historiques ; on a compté, pour se faire un argument, tous les ἀπαξλεγομενα ; mais s'il y en a 44, il y en a bien aussi 57 dans l'épître aux Galates et 144 dans les épîtres aux Ephésiens et aux Colossiens. On objecte encore qu'il y est parlé d'un voyage de Paul en Crête (I. 5.) et d'un séjour à Nicopolis (III. 12.) ; mais Act. XXVII. 7. 8. parle d'un voyage en Crète, et le séjour à Nicopolis se rapporte à l'intervalle des deux captivités. On dit que Paul n'a eu aucun temps pour l'écrire ; Hug et Bertholdt se défendent de cette difficulté ; mais nous ne pouvons approuver leurs vues. Nous croyons que le fait des deux captivités répond parfaitement aux objections.

Langue. — Grec.

Intégrité. — Admise.

Temps. — On est très-partagé. — Hug indique 56, première année de Néron.—Michaelis, entre la 2.e aux Thessaloniciens et la 1.re aux Corinthiens, c'est-à-dire entre 52 et 55. Il faut supposer que Luc ait passé sous silence les faits dont parle l'épître. — Paley, Tillemont et Pearson 65. — Benson et Horne 64. — Les analogies avec I Tim. nous la font placer à la même époque (Comp. I. Tim. I. 1 à 3. Tite I. 4. 5. — I Tim. I. 4. Tite I. 14. — I Tim. IV. 12. Tite II. 7. 15. — I. Tim. III. 2. Tite I. 6 — 8.). Selon quelques uns 66 ou 67 (voyez Glaire VI. 173).

Lieu. — Hug dit Ephèse à cause de la mention d'Apollos ; d'autres (Jérôme, Grotius, Erasme, Baron, Usher, Paley, etc.) disent Nicopolis

avec les souscriptions grecques. Mais quelle Nicopolis? Les souscriptions portent *en Macédoine*, ainsi l'ont entendu Chrysostome, Théodoret et plusieurs critiques actuels; mais Michaelis et Mill montrent que cette ville n'existait pas du temps de Paul et qu'elle fut bâtie par Trajan. Théophylacte dit Nicopolis sur l'Ister en Thrace; mais la ville indiquée dans l'épître doit être voisine de la mer. Ce ne peut être Nicopolis vers l'Hémus, ni en Arménie, ni en Egypte, etc. Nicopolis en Epire réunit les conditions voulues, mais on peut opposer en général à toutes les Nicopolis, Tite III. 13. *εχει* signifie *ibi* et non *hic*. En conséquence Paul allait à Nicopolis et ne s'y trouvait pas. Le débat est donc vidé; nous pencherions néanmoins dans le doute, pour Nicopolis en Epire, à cause des autorités qui l'appuient, mais nous préférons, comme Horne, Philippes en Macédoine, ce qui s'accorde avec l'histoire de Paul (voir page 49).

Titre. — A Tite sans contestation.

Etat du lecteur. — Chrétien converti par Paul et propagateur de l'Evangile, Tite fut en dernier lieu laissé par Paul comme évêque en Crète. Il avait besoin de directions sur la conduite de sa charge. Etant Grec et d'un certain âge, il avait moins d'adversaires que Timothée.

But. — Paul veut lui tracer un plan de conduite, comme à Timothée, sur le choix des pasteurs, sur l'attitude qu'il doit avoir vis-à-vis des diverses classes de personnes et des judaïsants.

Occasion. — Le désir de faire venir Tite vers lui à Nicopolis. Capel pense que cette lettre fut portée par Apollos et Zénas (Tite III. 13.; voy. Calmet VI. 220.). C'est possible, mais les documents nous manquent, le passage qui les recommande n'est pas décisif.

Contenu. — I.° Suscription. I. 1 — 4.

II.° Instructions à Tite — 1) choix des évêques et des diacres 5 — 9, prudence dans le choix des chefs de l'Eglise 10 — 16.; — 2) accommoder son enseignement aux âges, sexes, circonstances, leur donner du poids par son exemple. II.

III.° — 1) Obéissance aux magistrats en opposition aux judaïsants,

III. 1 — 7. 2) Bonnes œuvres, folles questions et faux docteurs III. 8 — 11.

IV.° Invitation de venir à Nicopolis et quelques ordres III. 13.-15.

Style. — Simple et coulant, exhortation paternelle, quelque chose de noble et de solennel.

SECONDE EPITRE A TIMOTHÉE.

Authenticité. — Barnabas ch. 7. Allusion II Tim. IV. 1. — Ignace ad. Ephes. 2. comp. II Tim. I. 16. 18. — Clément d'Alex. — Tertullien. — La Peschito. — Le canon de Muratori. — Consentement universel de l'antiquité orthodoxe, rejetée par Marcion; de nos jours par De Wette, Eichorn, réfutés par Planck, Hug, Bertholdt, Guericke, etc.

L'authenticité de la première, aidée des témoignages externes que nous venons de relever, établit celle de la seconde qui a subi les mêmes attaques fondées sur les mêmes raisons.

Comme preuve interne, on peut remarquer avec Eichorn qu'un faussaire ne se fût pas imaginé, tant il aurait été maladroit, de parler d'Eunice et de Loïs I. 5., du voyage d'Onésiphore à Rome I. 16., d'un autre à Corinthe IV. 20., à Troas, à Milet, de réclamer ses livres en indiquant Carpus IV. 13.

Langue. — Grec.

Intégrité. — Reconnue.

Temps. — Estius, Hammond, Lightfoot, Lardner, Hug en 56 à la première captivité. Les circonstances de la lettre cadrent, disent-ils, avec le premier emprisonnement. Ils répondent aux objections fondées sur ces mots : *Eraste est resté à Corinthe*, et sur ceux-ci : *J'ai laissé Trophime à Milet*, que Timothée devait être déjà allé à Rome, que Tychique était parti pour Ephèse et Démas pour Thessalonique ; mais leur réponse ne me paraît pas satisfaisante, et considérant que la première est fixée après la première captivité, nous ne pouvons être de leur sentiment. — Benson, Paley, Michaelis, Rosen-

müller, Bertholdt, Cellérier, etc., sont pour le deuxième emprisonnement et nous les suivons. La comparaison des épîtres écrites lors du premier emprisonnement à la deuxième à Timothée montre, qu'elle ne leur est pas contemporaine. La manière dont Paul parle de ses fers est différente. Il est regardé et traité comme un malfaiteur, peut-être comme accusé de l'incendie de Rome: sa situation était des plus critiques (II Tim. IV. 6, 7. 8. 16.). — Horne, Paley, Calmet sont pour l'été de 65. — Coquerel indique l'an 66.

Lieu. — La souscription, appuyée par le texte, porte Rome. Les exemplaires coptes et le manuscrit alexandrin portent Laodicée; mais voyez II Tim. I. 8. 16. 17.

Titre. — A Timothée, seconde épître.

Etat du lecteur. — On pense en général que Timothée était alors à Ephèse; mais Michaelis croit qu'il était dans une autre ville d'Asie-Mineure, parce que Paul cite des personnes de cette contrée et demande à Timothée de réclamer son bagage à Troas.

But. — L'apôtre veut sans doute informer Timothée de son état. Incertain sur la durée de sa vie, il fait, pour ainsi dire, son testament spirituel et lègue à Timothée ses conseils, ses encouragements, avec la solennité et l'effusion d'un père mourant

Occasion. — La fin probable de sa vie fut ce qui poussa Paul à écrire en ce moment cette lettre, portée par Onésime selon la version copte, par Tychique selon Benson : suppositions difficiles à prouver.

Contenu. — I.° Inscription I. 1 — 5.

II.° Exhortations: — 1) à la patience, persévérance dans la bonne doctrine I. 12 — 18.; — 2), au courage dans les épreuves I; — 3), se garder des faux docteurs III. IV. 8.

III.° — Conclusion. — Il prie Timothée de venir le voir. Salutations. IV. 9 — 22.

Style, etc. — Le ton calme, ferme et solennel de l'apôtre parvenu au terme de sa carrière, l'affection qu'il témoigne à son disciple chéri

font de cet écrit un des plus intéressants entre ceux du nouveau Testament.

DES ÉCRITS FAUSSEMENT ATTRIBUÉS A PAUL.

Nous ne dirons que quelques mots sur les ouvrages qu'on a jadis attribués à Paul. Ceux qu'on a soutenus dans les temps modernes n'existent plus, si tant est qu'ils aient jamais existé.

Les ouvrages suivants sont l'œuvre de faussaires anciens.

1.° Les lettres de Paul à Sénèque.

2.° Les actes de St.-Paul (voy. Origène de princip. 1. 2. Eusèbe H. E. III. 25. Nicéphore H. E. II. 25., il en extrait le combat de Paul avec les bêtes à Ephèse. I. Cor. XV. 32.).

3.° La prédication de St.-Paul, composée par les disciples de Simon le magicien (Cyprien de baptismo).

4.° Voyages de Paul et de Thècle, composés par un prêtre d'Asie, déposé à cause de cette fraude par St.-Jean (Tertullien de baptismo 17. Jérôme de viris, 7.).

5.° Clément d'Alexandrie cite un apocryphe de Paul (Strom. 6.).

Parmi les ouvrages reconnus par quelques-uns, on compte:

1.° Une troisième épître aux Thessaloniciens (voy. II Thes. II. 2); mais si cette lettre a jamais existé, elle est fausse.

2.° Une troisième épître aux Corinthiens, motivée par I Cor. V. 9.; mais c'est là une allusion à I. Cor. III. 16. 19. V. 1. 6. — Il existe aujourd'hui deux lettres, une sous le nom de Paul aux Corinthiens, l'autre sous celui des Corinthiens à Paul, toutes deux en Arménien. Leur authenticité ne saurait être prouvée, bien qu'on ait voulu les faire passer comme les lettres désignées dans la première aux Corinthiens. Chrysostôme, Théophylacte, Théodoret, Michaelis, Beausobre, Rosenmüller, A. Bost, etc., sont pour trois épîtres aux Corinthiens; on peut leur répondre que εγραψα peut se rendre par le présent; il y en a de nombreux exemples dans le Nouveau-Testament. C'est un hébraïsme. τη επιστολη peut se traduire ainsi: *cette lettre-ci*.

3.° Une deuxième épître aux Ephésiens à cause de Eph. III. 3., mais cela se rapporte au Chap. II.

4.° Une épître aux Laodicéens. Glaire croit que c'est une lettre des Laodicéens à Paul.

5.° Enfin quelques-uns attribuent l'évangile de Luc à Paul; cette opinion insoutenable se trouve chez Tertullien contre Marcion IV. 5., et chez Athanase. Ce serait l'évangile dont il parle dans ses épîtres. Rom. II.16. XVI. 25. etc. II. Tim. II.8.; nous renvoyons pour l'examen de cette hypothèse à Irénée, à Richard Simon et à Hug.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LES ÉCRITS DE ST-PAUL.

Il convient, après avoir fixé l'extérieur des épîtres, si je puis ainsi dire, d'en examiner l'intérieur; quoiqu'il ne soit pas dans notre dessein de développer le système de l'apôtre tel qu'il se trouve dans ses lettres, nous ne pouvons néanmoins nous dispenser de dire d'une manière sommaire ce qu'on doit penser de l'ensemble de ses écrits. Nous en observerons d'abord le style, nous rechercherons ensuite les principes de la doctrine de Saint-Paul, ce qui caractérise son système dogmatique et moral.

STYLE DE SAINT-PAUL.

Paul dit de ses épîtres qu'elles sont graves et fortes (II Cor. X. 10.) Saint-Pierre les qualifie de sages, quoique parfois difficiles à interpréter (II Pierre III. 15, 16). Ces jugements ont été confirmés par la chrétienté tout entière. L'apôtre approprie son style à ses lecteurs, ainsi les mêmes grands principes sont exposés aux Hébreux, avec profondeur, mysticisme, et démontrés par de nombreuses citations dans le goût des Juifs; aux Galates, avec un style simple, incisif et facile à comprendre, comme il convenait à des auditeurs sans culture littéraire; aux Romains avec un ton noble, élevé, correct, comme le demandaient des hommes instruits.

La forme comme le fonds s'adapte aux circonstances spéciales. De deux traités dogmatiques, l'un, celui aux Romains, a un plan régulier, un style grave, des transitions présentées avec talent ; l'autre, celui aux Galates, a moins de méthode, il abonde en arguments coordonnés et non subordonnés , la dogmatique y est mêlée de polémique, le ton général en est entraînant , le style rapide, plein d'énergie et de chaleur. Paul n'écrit pas à une église avancée comme à celle qui commence, dans un temps prospère comme pendant la persécution , quand il est lui-même en prison comme quand il est libre , quand il est jeune, comme quand il est vieux. Les événements de sa vie et de ceux auxquels il écrit lui inspirent des remarques ou des conseils tout spéciaux et vraiment pratiques. Plein de son sujet , l'apôtre sait lui soumettre son style , c'est ainsi que la deuxième épître aux Corinthiens n'offre aucune ressemblance de forme avec la première et il n'écrit pas sur la nécessité de la foi , comme pour recommander une collecte.

On accuse Paul de manquer de simplicité , mais cela tient à l'abondance des idées et des sentiments qui fermentent dans son âme (Voy. Eph. I.). Il veut dire toute l'idée et alors naissent des incidents et de nombreuses parenthèses. Il écrit en général tout d'un jet et sous la pression de sentiments tumultueux ; rien n'est fait à loisir, si ce n'est l'épître aux Hébreux et celle aux Romains; il y a cependant, malgré ce chaos apparent, un certain ordre , une certaine méthode , une filiation d'idées et même une certaine habileté ; a-t-il des reproches à adresser, il commence par préparer ses lecteurs par quelques mots encourageants et affectueux (I Cor. I. 4 — 9 ; I Thes. I. et surtout l'épître à Philémon.) L'épître aux Galates fait exception à ce procédé ; néanmoins sans manquer d'adresse.

L'apôtre fait constamment précéder les enseignements moraux par l'exposition de la doctrine comme principe premier de ses exhortations pratiques , en sorte que toutes ses épîtres peuvent être divisées en deux parties, l'une dogmatique et l'autre parénétique. Parfois , il les entremêle, ce qui donne un peu de confusion à son plan ; mais malgré

toutes les entraves possibles et ses digressions multipliées, il arrive au but, parce qu'il ne l'a jamais perdu de vue, même quand on l'a cru le plus égaré.

Style peu coloré, nu, positif, sobre d'images, tirant toute sa beauté de la pensée ; ses figures, quand il y en a, sont empruntées à des objets familiers (Gal. III. 15. 24. 25. IV. 1 ; I Cor. XV.). Chez Paul l'imagination paraît comprimée, surtout dans ses écrits ; il est néanmoins plein de mouvement. Irénée esquisse au vrai en deux mots son génie littéraire : *velocitas et impetus*. La forme du langage de St. Paul n'est pas toujours laconique, mais nullement prolixe ; car ses énumérations ont trop de sens pour mériter cette critique ; quelquefois serré dans le raisonnement, impétueux dans ses sentiments, quelquefois au contraire inépuisable et abondant en antithèses, jamais monotone. Paul est un grand écrivain, car ses lettres ont la vie, le naturel, le sentiment, l'originalité, la vérité. Longus, dans son traité du sublime, le cite comme le premier qui se soit servi du dogme sans les preuves et en fait un grand orateur grec : ce jugement d'un rhéteur païen n'a rien de surprenant. (1)

Une singularité remarquable et souvent répétée dans ses lettres, est qu'un mot lui rappelant une idée, il l'introduit aussitôt par une parenthèse dans sa phrase (II Cor. II 14-17. III 1-3, 12-18 VI, etc.). On peut remarquer encore de fréquents hébraïsmes dans la tournure ou dans les mots et des idiotismes de la Cilicie (Michaelis).

La deuxième aux Corinthiens est l'expression naïve et exacte du caractère de Paul, brusquerie d'un style diffus, mais puissant et toujours original, plein de sentiment et de chaleur, riche en consonnances de mots (II Cor. I. 13. III. 12. comp. Rom. I. 29. 30.).

Pour caractériser les Apôtres dogmatiques qui ont écrit des lettres,

---

(1) On a contesté ce passage de Longus, mais Hug (introduction II. 334) en a démontré l'authenticité ; voici la traduction de ce passage : On peut y ajouter (à la liste des orateurs grecs) Paul de Tarse, le premier qui se soit servi du dogme sans les preuves.

on peut dire que Jacques, Jean, Pierre et Paul ont des formes spéciales selon leur naturel. Jacques parle une langue poétique, qui rappelle la forme des Proverbes. Le style de Jean est empreint du type oriental, plein de douceur et de mysticisme. Quand il raisonne, c'est le raisonnement passionné et exclusif du cœur. Pierre s'exprime dans une langue à demi-juive ; il joint à la simplicité de la doctrine une tendance pratique et une mâle vigueur.

Paul enfin représente dans ses épîtres le docteur convaincu, puissant par la foi, grec avec ceux-ci, juif avec ceux-là, et le plus souvent supérieur aux uns et aux autres. (1)

PRINCIPES DE LA MORALE ET DE LA DOGMATIQUE DE SAINT PAUL.

Nous n'abordons pas sans trembler l'exposition de la doctrine de Saint Paul; qui sommes-nous pour condenser et systématiser son enseignement? Dans le sentiment de notre insuffisance pour cette tâche, bornons-nous à résumer quelques travaux antérieurs.

Paul est méthodique au fond, sinon en apparence. Tout est accidentel dans ses écrits, il se laisse aller aux inspirations de sa sollicitude apostolique, la théorie est dès-lors pleine de lacunes et de digressions; mais pourtant Paul est discursif, plein de science et de preuves logiques ; il argumente et son système est assez lié pour qu'il puisse passer sans peine et à chaque instant des prémices à la conclusion et aux corollaires et *vice versa.*

Il allie le mysticisme à la dialectique, la méthode de l'école au sentiment profond, les douces inspirations à une logique impérieuse; le tout est subordonné à la vie pratique. Il veut que tout puisse se traduire en conseils ou en actions.

Nous l'avons déjà dit, pour l'apôtre la morale tient à la dogmatique comme une conséquence à son principe; nous ne subdiviserons donc pas son enseignement.

Le point de départ de l'apôtre se trouve dans le triple fait du péché de l'homme, de la rédemption par le Fils de Dieu, de l'union du croyant et du Sauveur.

(1) Reuss. Histoire de la Théologie chrétienne au siècle apostolique.

Paul est en présence des païens et des Juifs. — Les païens peuvent s'élever à la connaissance de Dieu par la contemplation de la nature ; leur conscience leur fait connaître le mal et sa punition. Mais ils n'ont pas connu Dieu et cela les a conduits au péché. La conscience commence par s'obscurcir, puis vient la dépravation, les uns s'arrêtent à l'aveuglement, d'autres vont jusqu'au pervertissement complet de leur volonté. — Les Juifs avaient reçu la loi, non-seulement par les mêmes moyens que les païens, mais essentiellement par la révélation de l'Ancien Testament. Le caractère légal de la morale juive, l'esprit de la servitude (Πνευμα δουλειας) dominant, les Juifs ne tardèrent pas à violer la loi comme les païens. Tous sont pécheurs ; — voilà le fondement de son système dogmatique et moral Rom. III. 9. 10. 11. etc.).

Αμαρτια εστιν ανομια telle est la définition que Saint Paul donne du péché, opposition dans la conscience à la loi révélée. Cette opposition peut se manifester par un simple sentiment (Rom. XIV. 23. I Cor. VIII. 7. IV. 5.), qui est négativement l'absence d'amour pour Dieu, positivement l'amour du mal.

Or, l'homme se compose de trois éléments : 1.° le principe spirituel etdivin, πνευμα, νους (II Cor. VII. 1. Rom. VII. 22, 23, 25, II. Cor. IV. 16.); 2.°le principe charnel et physique σωμα, σαρξ (II Cor. VII. 1. Rom. VII. 18. Gal. V. 16.); 3.° terme intermédiaire, l'âme, ψυχη. (Rom. XI, 3. XVI. 4. Phil. II. 30 ; I Thes. II. 8.).

La lutte est entre le πνευμα et la σαρξ. Cette lutte inégale est la source du péché. Le péché appelle la punition, le pécheur éprouve un sentiment intérieur de misère, il sent plus de pente pour le péché, il perd la liberté morale (Rom. VII, 15-24, VI, 17-18. VIII, 2.). Au jour de la Création, l'homme avait déjà un corps mortel. (I Cor. XV, 43.) ; la punition s'est manifestée dans les souffrances de la mort, le malheur et la corruption de la nature humaine. La nature entière participe à cette chute et soupire avec les hommes après le relèvement ; enfin pour la vie future, l'homme s'est attiré la malédiction divine θανατος (Rom. VI, 16, 21. II Cor VII, 8.). La conscience est inca

pable de relever le pécheur; la loi de Moïse (Gal. III, 12. Rom. VII, 20.) qui est un précepteur παιδαγογος (Gal. III, 13, 24. I Tim. 9, 10.) ne peut que lui faire apprécier sa misère (Rom. III, 20. VII 14, 24); Ταλαίπωρος ἐγω ἀνθρωπος τίς με ῥύσεται ἐκ τοῦ σώματος τοῦ θανάτου τούτου ; mais l'un et l'autre l'amèneront à Christ (Gal. III. 24.).

Christ est le rédempteur — la justification vient de Jésus-Christ. décrétée par Dieu et annoncée par les prophètes. Elle est un don gratuit de Dieu. (Rom. III. 24. Eph. III, 9. 11. I. 4. Rom. 1, 2. III. 23.) L'effet de la rédemption est de délivrer l'homme des punitions encourues et de l'esclavage de la loi. Jésus-Christ prend nos péchés passés sur sa tête et il ouvre une nouvelle voie de salut par son œuvre. Il y a encore une loi, mais les hommes de mineurs sont devenus majeurs vis-à-vis d'elle (Rom. VII. 6. Gal. IV. 1. 7.) Christ nous délivre du péché (Gal. I. 4 ; I. Cor. I. 30. etc.) et nous donne la liberté (Rom. VI. 18. VIII. 2 ; II. Cor. V. 15. ; Tite II. 18 ; Eph. V. 25 — 27.) La mort perd son aiguillon (I. Cor. XV. 35.) La réconciliation opérée par Jésus-Christ est la communion des hommes avec Dieu. (Rom. V. 11. etc.) et produit comme effet la paix avec Dieu (Rom. V. 1 ; Eph, II. 17), l'obéissance joyeuse (Rom XIV. 17,) l'adoption, la filialité divine (Rom. VIII. 15 ; Gal. IV. 7 ; Rom. VIII. 17.) Comme voie au salut, l'apôtre demande la foi πιστις, (Rom. V. 1. I. 17. Act: XXVI. 18), c'est-à-dire la fidélité (Rom. III. 3 ; Tite II. 10), la confiance. (Rom IV. 18. 20), la croyance à la mort et à la résurrection de Jésus-Christ (Tite I. 4 ; Rom. I. 5. IV. 24. III. 25. IV. 24 — 25), enfin l'identification religieuse et morale avec Christ. (Rom. VI. 16), en somme une vie nouvelle dont le principe est Christ.

La loi agissait par le mérite des œuvres et extérieurement sur les Juifs seuls ; la foi met à la place la grâce de Dieu, par une action intérieure et universelle.

De la foi découle l'amour (Rom. VIII. 28 ; Eph. VI. 24), l'homme devient une nouvelle créature, παλινγενεσια (Tite III. 5. Rom. XII. 2. Gal VI. 15 ; II. Cor. V. 17) et συμμορφος Χριστου, semblable à Christ (Rom. VIII. 29.).

La foi est un don de Dieu (Eph. XIX; I Cor. XII. 2; Phil. II. 13; Rom. V. 5.) Dieu connaissait d'avance les croyants (Rom. VIII. 29), il avait élu et appelé ceux qu'il voulait sauver (Eph. I. 4. — 11. Rom. VIII. 29.) et leur a accordé le Saint-Esprit. Ils n'ont fait que recevoir Rom. VIII. 16 — 26.) L'Esprit-Saint (πνευμα) dirige l'homme et il est mort au péché (Rom. VI, 2) : dès lors le détail des devoirs est fort secondaire, l'esprit de Christ lui sert de décalogue (Gal. V. 18 ; I Thes I. V. 9.).

La tendance pratique de Paul lui fait tenir compte de la liberté et de telle façon que la prédestination, si bien établie ailleurs, disparaît presque ici (Rome IX. 32. XXI ; Tite II. 21 ; II Tim. II· 4.) L'antinomie est flagrante entre la théorie et la pratique ; dans cette dernière, le péché subsiste et la vie est une lutte continuelle, l'homme est ouvrier avec Dieu, συνεργος συν Θεω ; ses devoirs se résument dans l'amour αγαπη (Rom. XIII. 8 — 10 ; Gal. V. 14 ; Col III. 14) ; non un amour qui anéantisse l'individu (I. Cor. XIII. 3 ; I. Tim. II. 5) ; mais l'homme ne se regardant pas comme dernier but considère la gloire de Dieu et le bien de ses frères (Phil. II. 1 — 4 ; I. Thes. IV, 9.) Les démons viendront tenter l'homme par les erreurs (I Tim. IV. 1), l'appas des richesses, de la gloire (VI. 9) et de la chair (I Cor VII. 15) ; mais le chrétien sera fort contre la tentation (I Thes I. 3), il supportera les épreuves (Rom. VIII. 25. XV. 4), l'amour tient à la foi (I Cor. XIII 1. etc.; I Thes. I. 3 ; Tite II. 2 ; Col 1 4, etc.). Cette loi de la charité est éternelle, l'amour ne périt jamais (Cor. I XIII. 8). L'amour pour le père produit l'amour pour les enfants ; l'amour fraternel et la charité découlent de la communion avec le Seigneur. Dès lors Paul peut entrer dans l'exposition des devoirs d'homme à homme et c'est ce qu'il fait avec beaucoup de détails, réprouvant chaque péché à son tour, et encourageant aux bonnes œuvres. A la conversion, à cette nouvelle vie communiquée au pécheur par Christ, se rattachent tous les devoirs de piété, de fraternité et de personnalité.

Nous terminerons cet aperçu infiniment trop sommaire par une remarque susceptible de longs développements, mais que nous ne pourrons qu'indiquer ici, c'est que l'étude de saint Paul, tant dans sa vie que dans ses principes, est capitale à notre époque si semblable, à tant d'égards, à celle que venait transformer l'apôtre de la conscience. Bien des passions de son siècle agitent le nôtre, et s'il a guéri quelques âmes alors, son exemple et ses conseils n'en pourraient-ils pas guérir d'autres aujourd'hui? Les esprits ébranlés ont besoin de cette vérité hardie et inébranlable. Celui qui par sa voix a fondé le christianisme en Occident ne pourra-t-il pas le défendre et le propager par ses écrits? Elles nous restent, ces précieuses pages! sachons les méditer et y chercher l'aliment du salut et de la sanctification. Comme les églises des premiers temps celles de nos jours ont un besoin continuel d'affirmations et de preuves, de promesses et de menaces. Dans les épîtres de l'apôtre, elles trouveront la sagesse d'un docteur, la fermeté d'un gouverneur, la tendresse d'un père. Le fidèle apprendra de Paul qu'il y a peu de succès sans revers, pas de repos ici bas, mais des biens permanents dans le ciel et une couronne de gloire et de félicité pour celui qui aura vaillamment combattu le bon combat de la foi. Le lecteur attentif demeurera convaincu de la faiblesse humaine et de la toute puissance de la grâce de Dieu. Puisse-t-il emporter de son étude et dans son cœur ces doctrines élémentaires : *Christ est venu pour sauver les pécheurs dont je suis le premier. — Il est mort pour nos offenses et ressuscité pour notre justification.—Le juste vivra par la foi.—Je puis tout par Christ qui me fortifie.—Recherchez la paix avec tout le monde et la sanctification sans laquelle nul ne verra le Seigneur !*

TABLEAU CHRONOLOGIQUE SERVANT DE TABLE.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

SPICILÉGE D'HISTOIRE LITTÉRAIRE

OU DOCUMENTS POUR SERVIR A L'HISTOIRE DES SCIENCES, DES LETTRES ET DES ARTS, DANS LE NORD DE LA FRANCE,

Par M. LE GLAY, Membre résidant.

DEUXIÈME PARTIE (1).

NUMISMATIQUE.

Lettre de Joachim Hoppers (2), membre du Grand-Conseil de Malines, à Maximilien de Berghes, évêque de Cambrai, touchant les monnaies.

6 novembre 1560. *Original.*

S. P. Litteras vestras, R^me^ D. præsul, ad calendas novembris scriptas postridie ejus diei accepi. Quarum argumentum erat ut responsum quoddam juris D. Elberti Leonini (3), clarissimi sane jurisconsulti, legere et cognoscere vellem. Feci id equidem et libenter et quatenus in

(1) Voir pour la première partie, le 2.e volume de la IIe série, année 1855, p. 409.

(2) J. Hoppers, Hopperus, né en 1523, à Sueek en Frise, fut d'abord professeur de droit à Louvain ; il devint ensuite membre du grand conseil de Malines, et, en cette qualité, concourut puissamment à la fondation de l'université de Douai. En 1566, on le chargea de gérer les affaires des Pays-Bas auprès de la cour d'Espagne. C'est dans cet emploi qu'il est mort à Madrid, le 25 décembre 1576. Hoppers a publié divers ouvrages importants.

(3) Elbert de Leuw, *Leoninus*, omis par tous les biographes, excepté par Foppens, fut successivement professeur de droit à Louvain et chancelier de Gueldre. Il est mort à Arnheim en décembre 1598, âgé de 79 ans, après avoir composé plusieurs ouvrages de jurisprudence, dont quelques-uns sont restés inédits en la possession de son petit-fils, Elbert Zoes. Voir des lettres d'Elbertus Leoninus dans le *Messager des Sciences historiques*, de Gand, 2.e série, t. 2, p. 191.

me fuit diligenter. Ac quantum quidem ad ipsum responsum attinet, certe, si quid ego ideo, plane luculentum est et prope cumulatum. Quantum vero ad rem qua de agitur, quod bona venia dictum sit, ita est quemadmodum ait comicus, *quot homines tot sententiæ; suus cuique mos est*. Mihi cum fratre R^{mæ} D. V. D. de Waterdyck, super hoc negotio sæpe ac multum conferenti, semper visum est, nec vero ille improbavit, dispositionem Molinæi de valore intrinseco et extrinseco réi propositæ primario non satis convenire. Ratio quæ nos movet est, quia alia est species circa quam Molinæus versatur, alia hæc nostra. Molinæi est, veluti cum vetus et nova moneta ejusdem plane sunt formæ, nominis et ponderis, sed differunt tantum bonitate intrinseca; quo casu vult recte solvi monetam novam, tametsi deteriorem, pro veteri, propterea quod revera una eademque moneta est, tametsi bonitas intrinseca, cujus nullam vult haberi rationem. mutata est. Nostra species est, qua nova moneta non modo bonitate, verum etiam nomine, pondere et forma distet a veteri, sic ut nihil habeant inter se commune, quo casu omnes consentiunt, etiam Molinæus et Covarruvias, (1) non esse rationem ullam habendam novæ monetæ, sed veteris tantum, ut vel ea ipsa solvatur, si exstat, vel vera ejus æstimatio, si non exstat; sicut enim omnino diversæ et distinctæ monetæ. Quod quidem cum ita sit, satis apparet disputationem de intrinseco et extrinseco huic parti quæstionis casusque nostri non congruere; sed si vere dicendum est, tota res eo tendit, nec est sane aliud in quæstione, quam ut videamus quomodo vera existimatio antiquorum grossorum (2), quorum duodecim unum aureum florentinum (3) faciunt, pro ratione monetæ nostri temporis

---

(1) Diego Covarruvias ou Covarrubias, évêque de St.-Domingue, puis de Ciudad Rodrigo, mort en 1577, est auteur de beaucoup de savants ouvrages, entr'autres de deux traités numismatiques, intitulés. *De mutatione monetarum; Collatio nummorum veterum cum modernis*. Quant à Molinæus, je ne saurais dire s'il s'agit ici de Louis Molina, jurisconsulte espagnol, conseiller de Philippe II, à qui on doit un traité sur les substitutions des terres anciennes de la noblesse d'Espagne.

(2) Le gros ancien, désigné ici comme la douzième partie du florin d'or, se composait lui-même de seize deniers tournois. Voir *Stat. Eccl. Leodiensis, anno* 1330.

(3) Le florin d'or, monnaie cambrésienne, est ainsi décrit dans une ordonnance de l'archevêque Louis de Berlaymont, 10 juin 1572 · « Avons ordonné de » faire forgier ung florin d'or, sur le piet du Saint-Empire, qui portera à un cousté » le double aigle de l'empire, avec le titre de l'Empereur nostre sire, et de l'aultre » cousté nos armes et tiltres, pesant 2 escalius 4 as, pois de Coulongne, contenant » 18 carats 6 grains d'or fin de 72 pièces au marcq dudit Coulongne; lequel » florin d'or vauldra 40 patars 16 deniers de nostre monnoye de Cambrésis. »

iniri debeat. In qua re cum duæ sint viæ, dispiciendum est utram de iis se qui oporteat. Circa cujus rei electionem, prima in hoc argumento versatur disputatio. Nam cum capitulum corporibus ipsis antiquorum grossorum, vel aureorum florentinorum prolatis, ex eorum examinatione per libram et ignem, velit veram æstimationem iniri, R.me Vero D. V. secundum æstimationem olim factam per Philippum Ducem Burgundiæ; prima congressio disputationis est, illamne viam potius, an hanc insistere oporteat. In qua congressione, quæ a vobis faciunt, et in respondendo de jure diligenter tractari debent, sunt, tum quidem, quod prior via multis difficultatibus est obsita et inexplicabilis propter antiquos grossos, et maxime quidem temporis constitutiones redditus incognitos, tum vero quod Covarruvias tradit et rationi consentaneum est, in antiquorum nummorum æstimatione, eam sequendam esse quæ aliquando publica authoritate facta est, quemadmodum id factum est olim per Philippum, quæ certa est et nullis obstructa difficultatibus. Hac re evicta, succedit tum secunda disputatio quæ hujusmodi est, quoniam æstimatio per Philippum facta duobus modis accipi potest; uni quidem secundum intrinsecum valorem pleccarum (1), brabanticarum illius temporis, quibus quivis æstimati sunt singuli grossi antiqui; altero secundum communem cursum et usum illius æstimationis, quo XXI stuferi (2) et una plecca hujus temporis in singulos aureos florentinos communiter solvuntur. Exoritur hic nova quæstio : intrinsecumne illum valorem an communem cursum sequi oporteat. Ad quam questionem dissolvendam jam aliquo modo usui esse potest, quod disputari queat ex Molinæo cur extrinsecum valorem et communem cursum potius quam intrinsecum sequi debeamus, quanquam ego hac in re, in communi opinione magis, quam omnes probarunt, quam in Molinæi, qui solus cornicum oculos vult configere, acquiesco ? Sed quæ vere et valide pro R.ma D. V. afferri possunt, sunt duo, quorum unum est communis usus, quo per omnes hasce provincias æqualiter receptum est ut pro singulis aureis florentinis XXI stuferi et plecca una solvatur, a quo usu non est recedendum, ne pro eadem re dispares fiant solutiones in eodem episcopatu, certe donec authoritate publica res ad alium certum modum fuerit reducta : Alterum noctura rei pro qua redditus iste debetur, qua est vice dominatus,

---

(1) Le mot *plecca* ne se trouve point dans Ducange ; mais il a sans doute la même signification que *placa*, *placca*, d'où l'on a fait *plaque*, *plaquette*, *placart*.

(2) *Stuferus*, *stuyver*, petite monnaie flamande, partie du florin.

quem nihil aliud quam officium fuisse esse, quod pro libitu Episcopi auferri ei possit qui habet clare docebimus ex Sigeberto in chronicis, qui id tractat et eleganter et valde convenienter rei propositæ : Est que in his duobus, post priorem quæstionem, status totius controversiæ, quantum quidem ego judice, constitutus. De qua quidem re, quanquam in responso nostro, quod novum de integro paramus, uberius tractaturi sumus, non putavi tamen alienum si et ad Rmam. D. Vestram nonnihil perscriberem. Quia enim negotiis quibusdam occupatus, non tam cito quam velim ad responsum scribendum dare me potero, volui de ratione instituti mei vos interea loci esse certiores, ut, si quid occurrat quod vel juvare vel mutare possit institutum, id mihi suggeratur. Bene vale, reverendissime præsul, meque totum tuum esse etiam atque etiam tibi persuade.

Mechliniæ VI novembris A. MDLX.

Reverendissimæ ac illustrissimæ Amplitudinis vestræ
paratissimus servitor,

JOACH. HOPPERUS.

NOTA. On lit au dos : *R^mo. ac ill. episcopo Cameracensi, duci Cameracesii etc., Bruxellis.*

Le mot *episcopo* prouve qu'à l'époque de la date de cette lettre, l'autorité civile ne reconnaissait pas encore Maximilien de Berghes, comme archevêque de Cambrai.

REPRÉSENTATIONS THÉATRALES.

Enquête tenue à Lille, suivant l'ordre de l'évêque de Tournai, par Pierre Tavernier, curé de St.-Étienne, doyen de chrétienté, à l'occasion des spectacles qui avaient lieu les jours de fête, à midi, tandis qu'on faisait des prédications dans les églises (1).

1573, 12 août.

Imprimis Reverendus Pater, Fr. Joannes Glorianus, Minoritarum Insulensium guardianus, sacræ theologiæ licentiatus, annorum XXXVII, in verbo sacerdotis asserit frequentes a se auditas proborum virorum insulensium querelas de actionibus ludicris quæ Insulis diebus sacris exhibentur, eo quod populus a verbo Dei audiendo, ad illas magna animi contentione et alacritate confluens, distrahatur, quod etiam juventuti sint illectamenta et illecebræ ad voluptates et cupiditates pravas, quarum acta sæpius turpia in illis referuntur, sectandas.

Item. Joannes Le Blancq, annum excedens L, ballivus ecclesiæ S.-Mauritii, sub juramento asserit et deponit se fabulis ludicris interfuisse ac aliquando verba obscœna audivisse quæ ad nequitiam juventuti fenestram patefacerent et quæ silentio præstitisset supprimi.

Item. Anthonius Pollet, XXIII annorum, minor custos ecclesiæ S.-Salvatoris, sub juramento deponit se sæpius primis ludis interfuisse in quibus fabulosa bella XII parium Franciæ referuntur et semel audivisse nonnulla quæ castas aures offenderent. . . . .

. . . .

Idem quoque asserit in posterioribus ludis ludicris multa admisceri

(1) Cette pièce et celles qui suivent ne forment, pour ainsi dire, qu'un appendice aux curieux documents publiés par M. le baron de La Fons de Mélicocq, touchant les représentations dramatiques et jeux de personnages dans le nord de la France. Voyez *Annales archéol.* de M. Didron, années 1848, 1850, 1851, 1852, 1853, 1854, 1855, *Messager des Sciences hist.*, Gand 1856, 367; plus *Les Artistes et Ouvriers du nord de la France*, Béthune, 1848.

amatoria, ad risus quidem, sed non ita ad pudicitiam provocantia, non quidem semper sed plerumque.

Item. Petrus Franciscus, custos S.ti-Andreæ in suburbiis Insulensibus, XXXV annorum, fatetur sub juramento se quoque ludicras illas actiones frequentasse ad oblectandi gratiam; ac juventuti posse perniciosas esse, propter frequentem technarum amatoriarum narrationem ac verborum satis inhonestorum admixtionem.

Item. Ludovicus du Tertre, XL annorum, sub juramento asserit nihil aliud in illis ludis mali subesse nisi quod interdum de rebus venereis fiat mentio.

Item. Johannes Le Veau, civis Insulensis, annorum circiter XL, asserit audivisse se in quodam convivio ab iis qui aliquando spectaculis illis interfuissent, quod tanta illis esset religio filiabus suis potestatem illa adeundi facere quanta loca prostitutis mulieribus infamia, sed nomina eorum ex quibus hoc audivit sibi dici non occurrere.

Petrus TAVERNIER (1), S.ti-Stephani parochus et decanus christianitatis immeritus.

Lettre à l'évêque de Tournai, concernant une tragédie et autres œuvres dramatiques que le magistrat de Lille voulait faire jouer par la Chambre de rhétorique.

1585, 29 septembre à Lille.

Monseigneur et très-révérend père,

Merquedy dernier passé, XXVI.e de ce mois de septembre, vint à mon logis pour la première fois, quelque commis de messieurs les Magistrats de Lille, m'aportant une tragédie tirée des premiers chapitres du premier livre des Roys, corrigée et signée par le pater de S.te-Clare, et me requérant de la visiter et approuver, si en icelle rien ne trouvoie contraire à la foy et bonnes meurs. Je prins temps jusques à samedy ensuivant pour l'examiner. Après l'avoir bien reveu, l'ay monstré à nostre doyen, pour conformément nous reigler, lequel ay trouvé entièrement d'ung même advis avec moy. C'est asscavoir que, non obstant que ledit jeu ne contenoit chose contraire au texte duquel estoit tyré, néantmoins pour l'ordonnance de V. Rme P., laquelle n'entend que jeux prins des textes de la Sainte Escriture fussent ordinairement en publicques exhibés, n'apertenoit à nous de le signer, comme approuvant pour le jouer, n'estoit que par ledict magistrat ou aultrement nous fust du congié et consentement de V. Rme Srie apparu. Laquelle response avons faict verballement audict commis samedy ensuivant. Et en conformité d'icelle, ont lesdicts du magistra. déclaré aux rhétoriciens que à eulx ne tenoit, ains aux députés visiteurs,

(1) P. Tavernier devrait figurer p. 146 du *Camer. Christ.*, parmi les curés de l'ancienne paroisse St.-Étienne de Lille.

que ce jeu ne fust exibé le lendemain, qui estoit le jour de saint Michiel, rejectans le fardeau de bénédiction sur noz espaulles, et ainsi en lavoient leurs mains. Ledict samedy après disné, vinrent lesdicts joueurs troys foys envers moy ; premièrement répétant leur livre et requérant la cause pour laquelle on refusoit la signature ; ausquels fust respondu que icelle avoit ésté suffisamment communiquée au député de Messieurs après vespres, m'aportant ung aultre jeu des gestes de Charlemain, faisant instance de le vouloir signer sur le coup et à leur bon plaisir pour le jouer le dimanche ensuivant, comme si telle visite se debvoit faire légièrement et en une heure ou deux accomplies. Lesquels, pour n'avoir commodité, lors envoyay vers nostre doyen, affin que iceluy voulust satisfaire à leurs importune requeste. Depuis, sur les cincq heures, de rechief me vindrent aggrever, simulant estre envoiés et poussés d'aulcuns du magistrat, instamment me pressant de signer leur histoire sacrée, attendu que l'avoie eu assez par longe espace pour veoir si elle contenoit chose répugnante à la vérité; ce que seullement (comme ils disoient leur avoir esté dict) apertenoit à nostre office, non pas de permettre ou donner congié de jouer, lequel ils avoient de Mess.[rs] de la halle. Non obstant leurs allégations, n'eurent aultre response que la première, se malcontentans et incivilement comportans, commenchèrent à protester, disant qu'ils prenderoient acte de refus, et ainsy se partirent de moy. A raison de cestes difficultés et semblables que prévoions pour ces jeux théatrales, lesquels le peuple fréquente les festes et dimenches, deux fois le jour plus diligemment que l'églisse délaissant, grandement se faschent, prions entendre, tant pour contenter le magistrat et ce peuple que pour respondre à nostre office, comment en ce faict nous debvons reigler et conduire, affin que n'excédons nostre commission. Quant aux jeux tirés hors des bibles, semble qu'il est expédient les deffendre, principalement à raison que par iceulx, tant les joueurs que le peuple viennent à aceter et feuilleter les bibles en franchois. En oultre debveroit souffir de jouer une fois le jour, après l'office divin accomply, jeux prophanes, visités, signés et approuvés, prendant esgard que devant ces troubles, quasi en touttes villes, les chambres des rhétoriciens ont esté fort corrumpues d'hérésie pour les conventicules, lesquelz en telles chambres se tenoient. Mons[r] le lieutenant Viron at jugé bonne nostre response ; lequel désireroit que, par placcart ou aultrement, ces jeux fussent empeichiés, à cause des assamblées, lesquelles se font durant ces jeux, veu pareillement que en ce faict les villages de la chastellenie commenchent ensuivre et imiter ceulz de la ville. Je remect néantmoins du tout ceste affaire à la prudence et disposition de Vostre R[me] authorité, laquelle Dieu tout-puissant veuille loing temps maintenir et conserver pour le bien de son église et salut des âmes.

Escript de Lille le 29.[e] de septembre 1585.

Vostre humble et très affectionné serviteur
Jehan SYMON.

Autre lettre sur le même sujet.

Monsieur,

Vostre S. verra par l'adjointe que vient de monsieur Simons, licencier en théologie, chanoine de Lille, ce que passe là aux jeux théâtraux et que ceulx de la rhétoricque audict lieu s'efforcent, contre ma deffense, exhiber des histoires de la Bible, que donne occasion à plusieurs d'eux pourveoir des bibles, laquelle ils applicquent plus à leur sensualité que salut. Et comme les villaiges à l'entour dudict Lille s'advancent à faire le semblable, et que nous sçavons les maulx que sont procédé des jeux de rhéthorique que se feirent l'an 1539 à Gand, que le feu bon empereur Charles V.e défendit généralement, je veoidz que les jeux dudict Lille et lieux circonvoisins noz feront ung feug qui sera bien difficile à estaindre. s'engendrans, en telles assambléez de populace, grandes audaces de disputer sur l'Escripture, dont plusieurs gens de bien et zéleux audict Lille se commencent de donner garde, tant ecclésiasticques que séculiers, *verentes ne res erumpat in pejorem*, qu'est cause que je prendz mon refuge vers vostre Srie, conoissant son bon zèle et affection vers la religion catholicque, la priant bien affectueusement tenir la bonne main que ces jeux soient généralement défenduz par tout le pays; et je tiens que, si l'on demande advis à ceulx de la gouvernance audict Lille, qu'ilz seront de mesme opinion, et que le magistrat complaict par trop au peuple, l'affreuse audace duquel il est mieulx réprimer au commencement que de plus attendre, selon que vostre prudence le peult mieulx considérer. A tant, après m'estre bien affectueusement recommandé à vostre bonne grace, je prie Dieu vous donner, Monsieur, en santé très longue vie.

De Tournay ce x.e d'octobre 1585.

Édit royal portant défense à la Chambre de rhétorique de donner des représentations théâtrales.

PAR LE ROY.

Chiers et bien amez,

Comme il soit venu à notre cognoissance qu'en ceste saison tant diverse et dangereuse, ceulx de la rhetoricque en nostre ville de Lille s'advancent journellement aux théâtres d'exhiber au peuple des histoires de la Bible; par où se donne occasion à plusieurs de se pourveoir de bibles, les interprétans par après plus à leur sensualité que salut. Et dont fort à craindre pourriont sourdre les mesmes inconvéniens que cy devant sont par trop esté veuz, au grand et irréparable interest de la républicque et de nostre service. Et désirans obvier de bonne heure à semblables désordres, voulons et vous ordonnons très expressément et acertes de à l'avenir n'admectre aucuns jeux de rhétoriques publicques hors la Bible ou d'histoires

sacrées, ne soit que préalablement ilz soyent approuvez par l'évesque diocésain; comme de mesme vous enchargeons de ne permectre la représentation d'aultres jeux profanes aux heures du service divin et prédications qui se font par les églises illecq, dequoy ne ferez faulte. A tant, chiers et bien amez, Nostre Seigneur vous ait en garde.

De nostre ville de Bruxelles le XVI.e jour d'octobre 1585.

Concorde avec la minute originalle.
Signé : d'Enghien.

Nota. Ces dispositions et inhibitions ne mirent pas fin aux jeux scéniques tirés de la Bible, puisque le 5 janvier 1590 le Magistrat de Lille autorisait les *jueurs de jeux et comédies de cette ville* à montrer *au peuple la passion de N.-S. J.-C., en prenant de chascune personne six deniers tournois, à charge par chascun jeu de payer cent sols parisis, moitié au prouffit de la bourse commune des pauvres, et l'autre moitié de l'école dominicale.* (M. Brun-Lavainne, *Revue du Nord, VI,* 186.)

LES CATHOLIQUES ANGLAIS AUX PAYS BAS.

RÉFUTATION D'UN PASSAGE DE L'HISTOIRE D'ANGLETERRE, PAR HUME, TOUCHANT LES BÉNÉDICTINS.

De toutes les contrées où les catholiques anglais trouvèrent un asile, lorsqu'au XVI.e siècle ils furent expulsés de la Grande-Bretagne, il n'en est pas une seule peut-être qui leur offrit une meilleure hospitalité que nos provinces de Flandre, Hainaut et Cambrésis. Et dans ces provinces elles-mêmes il n'est point de cités où ils aient trouvé plus d'accueil et un meilleur refuge qu'à Douai et à Cambrai.

Nous avons par devers nous une belle série de documents originaux qui constatent à souhait ce que nous venons de dire.

Tous ces exilés, hommes et femmes, correspondaient entr'eux; et toutes leurs lettres, à part la correction du style et la sagesse de la pensée qui les distinguent toujours, sont autant de petits monuments lumineux très-propres à éclairer ces périodes intéressantes de l'histoire religieuse. Ces lettres, au nombre de plus de 1000, appartiennent à la seconde moitié du XVIII.e siècle. Les dernières ont été écrites en 1792, au moment où la révolution française, plus inhumaine encore que celle d'Angleterre, dépouillait les couvents de leurs domaines et quelquefois les religieux de l'existence.

Elles sont toutes, ou presque toutes, adressées à dom Georges-Augustin Walker, président général des congrégations bénédictines anglaises. Avant d'examiner un peu en détail cette belle collection épistolaire, mentionnons une lettre de dom Walker lui-même, lettre qu'il faudrait nommer plutôt *traité* ou *mémoire*, à cause de son étendue, du sujet qu'on y discute et du soin avec lequel elle est

rédigée. Walker y examine et réfute un passage de l'*Histoire d'Angleterre* par David Hume, sur St. Dunstan l'illustre archevêque de Cantorbéry, et touchant l'origine des bénédictins. Cette missive, datée de Rome le 5 juin 1762, est adressée à un ami de l'auteur, nommé André Lumisden. Nous la publions ici :

Rome, 5 juin 1762.

SIR :

It seems, at the first sight, of very little importance to the world to be ascertained of the truth of what M.r Hume relates in his History of England concerning S. Dunstan (1) and the benedictin monks; that is wether S. Dunstan was the first that brought over into England that order or not. This point seems, I say, to be of so little importance that he cites no authority for it. However I cannot but think that M.r Hume has humanity enough to believe every thing of consequence to an historian, which affects any body of men, or even any individual now living.

When you red over to me the article concerning S. Dunstan, I whas sorry to see an author of his importance fall so easily into an error which brings an injust reflection on a body of which j have the honor to be a member; but still I should have been silent on the occasion, had I not feared that you would have interprete my silence into an approbation of that author's opinion.

Two motives now engage me to trouble you with these few indigest animadversions on that subject : the first is that author's reputed impartiality : the errors of such writers are of too much consequence to be overlooked. Partial writers may advance what they please : men of sense always read them with due circumspection. In the second place your superiour judgement, and the many other amiable qualities for which I have always esteemed you, make me desirous of convincing you of the truth of what I advanced lately to you on that subject.

Many are the arguments that j could produce to prove that S. Austin and his companions who came to preach the Gospel to the Saxons in England where of the benedictin order; and that in his time that order had its fondation in England; but I shall content myself with producing only a few, remitting you for more, if you think the controversy worth your notice, to F. Reyner's *Apostolatus Benedictinorum in Anglia* (2).

---

(1) Saint Dunstan, l'un des patrons de l'Angleterre catholique, vivait au X.e siècle. Fondateur et premier abbé du monastère de Glastonbury, il fut ensuite évêque de Worcester et archevêque de Cantorbéry. Dunstan est mort en 988.

(2). On s'étonne que Reyner n'ait point d'article dans nos biographies dites *universelles*. Il paraît d'ailleurs que le véritable auteur de l'*Apostolatus etc.*, n'est pas Reyner, mais bien A. Baker. Voyez nos *Nouveaux Analectes Hist.*, p. 170.

But as no positive arguments have ever been produced in favour of the above mentioned assertion of M.r Hume to answer it would be abundantly sufficient the following attestation of the four greatest antiquaries of our nation : S.r Robert Cotton (1), S.r Henry Spelman (2), M.r Selden (3) and M.r Camden (4). The original writing is preserved in the archives of the English Benedictins at Douay : it is as follows :

« Quoniam hac nostra ætate exorta est controversia de monachatu Gre-
» gorii Magni, et Augustini Cantuariensis sociorumque ejus, quos Gre-
» gorius in Angliam de suo monasterio prædicandi evangelii causa desti-
» nasse legitur : quibusdam ipsos ordini benedictino addicentibus, quibus-
» dam vero id acriter pernegantibus, et ipsos ordini S. Equitii, sive alicui
» alii, ascribentibus; nos, qui multum temporis in rebus vetustis, tum civi-
» libus, tum sacris, atque iis imprimis quæ ad Britanniam nostram potis-
» simum spectant, impendimus; rogati ut testimonium perhiberemus
» veritati, cum neutrius partis præjudiciis simus obnoxii, dicimus et affir-
» mamus nos duo solum monachorum genera in primis saxonicæ apud
» majores nostros ecclesiæ temporibus: unum eorum qui, Ægyptiensium
» mores sequuti, in hac insula florebant ante adventum Augustini :
» alterum eorum qui benedictini Augustino itineris erant comites. Hanc
» traditionem a parentibus ad filios dirivatam esse testamur; atque ita
» dirivatam ut non levibus innitatur fabulis, aut ambitiosis partium con-
» jecturis; quin eam ipsam vetusta signatæ fidei exhibent apud nos
» monumenta. Ab Augustino insuper ad Henricum Octavum perpetua in
» hac insula viguit benedictina institutio; nec Augustino recentiorem ejusve
» originem, originisve recentioris vestigium ullibi comperimus. Tantum
» abest Equitianum aliquem in hac insula fuisse ordinem, ut omnino
» hujusmodi neque ordinis, neque nominis mentio in vetustis quibus ver-
» samur tabulariis habeatur. Sane aliorum fere omnium ordinum in hac
» insula origines ita observavimus ut uniuscujusque, etiam minimi, in-

(1) Le chevalier Robert Cotton, né en 1570, mort en 1631, est surtout célèbre comme créateur de la riche collection de livres, connue sous le nom de Bibliothèque Cottonienne, dévastée et presqu'anéantie par le feu en 1731.

(2) H. Spelman, très-habile antiquaire, auteur du *Glossarium archæologicum*, est mort à Londres en 1740.

(3) Les principaux écrits de J. Selden, mort en 1654, traitent du droit et des usages de l'antiquité sacrée et profane.

(4) E. Cambden ou Camden, qui mourut en 1623, mérita d'être surnommé le *Varron*, le *Strabon* et le *Pausanias* de l'Angleterre.

» gressum suo anno consignatum habeamus. Solius benedictini ordinis
» originem ante Augustini sæculum non invenimus; ipsius sæculo flo-
» ruisse aperte reperimus. Unde exploratissimum nobis esse profitemur,
» non alterius ordinis fuisse ipsum sociosque ejus quam benedictini; qui
» ideo procul dubio tam altas radices in Anglia egerit, quoniam primi illi
» monachi a Gregorio in insulam destinati regulæ benedictinæ professores
» extiterunt.

» Robertus COTTON, Henricus SPELMAN, Joannes SELDENUS, Gulielmus
» CAMDENUS.

Tho' this formal dicision of these four learned men, be sufficient to put the point in question above controversy; I shall add a few, out of the many autorities, which might be brought, to prove the Benedictins to be as old in England as S. Austin. It is true that, in the charters and writings of that time, the name of S. Bennet and the word *benedictin* do not always occur; neither was it natural to distinguish the monks by their founders, till the multiplicity of orders suggested it, as necessary to avoid confusion. However the name of S. Bennet is sometimes to be met with, as you will see herafter.

M.r Hume owns Dunstan to have been abbot of Glastonbury (1); wich is the same as owning him to have been a benedictin; for it is certain that abby followed the rule of S. Bennet, as early as the year 725; that is, above two centuries before the time of Dunstan, who did not begin his reformation in the church, till after he was recalled from banishment in the reign of king Edgar. That Glastonbury followed the rule of S. Bennet in the year 725, appears from a charter of that date, granted to Glastonbury by king Ina. It is coppied from a manuscript inscribed *Secretum abbatis* formerly belonging to Glastonbury, and afterwards to the library of the Earl of Arundel. It begins « Adjuva nos Deus..... ut habeant fratres ejusdem » loci potestatem eligendi et constituendi sibi rectorem juxta regulam » sancti Benedicti, etc » It is printed at length in the Apostolatus Benedictinorum in Anglia.

In the year 714, Egwin, bishop of Worcester, after erecting the great abby of Evisham (2), in his letter of endowment says:... « Ut fratres, secundum » regulam sancti Benedicti inibi Deo servientes, sine perturbatione vitam » agerent, etc » This manuscript was communicated by Clarencieux. »

---

(1) Glastonbury, dans le comté de Sommerset, offre encore des ruines fort curieuses de son antique abbaye.

(2) Evisham ou Evesham, au comté de Worcester, sur l'Avon.

Of the Benedictins being in England in the year 709, which is still earlier, an undeniable proof is found in the bull of pope Constantin in 709 for the founding the said abby of Evisham, the original sign'd by the pope with the approbations of the two kings Kenred and Offa, and of Egwin, bishop of Worcester, is in the above Arundel library : «Constantinus, servus servorum Dei, Birthwaldo, Britanniarum ecclesiæ primati, salutem et apostolicam benedictionem..... quatenus ibidem congregatio monachorum secundum regulam memorandi patris Benedicti, etc. »

Many other monuments of the same purport might be brought; but it would take a volume to transcribe them all.

Alcuin, who lived 2 centuries before Dunstan, writing to his brethren the monks of Jarrow, a monastery on the banks of the Tine, says in one of his epistles ! « Vos vero qui estis patres et pastores S. Congregationis, docete regulam S. Benedicti in conventu fratrum, ad cujus institutionem unusquisque corrigat vitam suam, ut quod Deo vovistis, ante altare inviolabiliter custodiatur a vobis, dicente propheta: vovete et reddite D. Deo vestro; displicet enim Deo infidelis promissio, etc. » By the above passage we learn that the monks of Jarrow, in the time of Alcuin vowed to follow the rule of S. Bennet: and of consequence we may see the falshood of what M.r Hume advances, when he says that monasteries, before the time of Dunstan, where only an union of secular priests, who lived without wows; and these priest, he says, were a kind of regular cannons; weras the title of regular cannons was never given, as I could learn, to priests who did not live under wows. Regularcannons were those who, professing obedience to some rule, were so called to distinguish them from who professed none, which last were called secular cannons. The benedictins who officiated in Canterbury and other cathedral churches in England were always stiled regular cannons, till the time of their expulsion in the reign of Henry the VIII. This title of regular cannons, given to the Benedictins in England, has sometimes forreign historians into mistakes; from their not having seen the Benedictins in the cathedral churches of other countries, they imagined these regular cannons to have been of the rule of S. Austin, not considering that the title of cannons regular belongs equally as well to any religious order, whatever which enjoys canonicates in cathedrals, as to those of S. Austin.

It would be useless to go about to seek further arguments on a subject. where our adversaries never could bring the value of one single positive citation in their favour older than Baronius: who is said to have taken a dislike to the benedictin monks, because those of Mount Cassin refused to trust their mss to him out of their own hands. From hence he is said to have conceived a dislike to the order, and to have endeavoured to rob them of the honour of having produced so great a pope asGregory and of having converted the Saxons in England by Austin. But whatever induced him to that treatment of the monks, the ennemies of monachism, since his time, have always adhered to his assertion, not corroborating it by positive arguments, but

maintaining it by negative ones, such as "Bede does not mention his order to have been that of S[r] Bennet; from whence one might as well deduce that he was of no order. At all since he does not say he was of any other; but he asserts that he was a monk of Jarrow. Now it is certain, from the above mentioned citation of Alcuin his contemporary, that the monastery of Jarrow was benedictin: and it is not to be imagined that Alcuin could be ignorant of the order of a monastery which he says he belonged; as appears by his letter to Eadhold, abbot of Jarrow: « Non ignotum esse tuæ dilectioni, » says he, venerande frater, credo, quod olim SS. Patres, antecessores » tui, mihi licet indigno familiaritatis vestræ gratiam perdonaverunt, et » albo Beatitudinis Vestræ meæ parvitatis nomen conscribi jusserunt. »

These testimonies appear to me in so strong a light that I can scarcely persuade myself that it can be reason which animates the ennemis of monachism in this dispute. I am rather inclined to think that we must seek for the cause in the passions of the human breast. Mankind is tyranised by passion and prejudice; self love and ambitious views too often controul the judgment; many, who think themselves free from these tyrants, are still perhaps their greatest slaves. Not that I suppose M.[r] Hume to be of that number; I rather believe him entirely unprejudiced in the affair in question. Perhaps might he have thought the thing of so little importance as to follow the first opinion he met with concerning it, which might, that not improbably, be suggested to him. However it be, I am inclined to think that this opinion gaind ground in England from the jealousies and disputes which have been, for same years past, between the secular and regular clergy of the roman catholick communion in England.

The roman catholic bishops, only temporary missionars from Rome, without any hereditary righter jurisdiction, seem to fix their hearts too much on becoming ordinaries, and in some measure independent of the disposition of the Pope who, having sent them only for a time with a limited jurisdiction, can recall them at pleasure as he sent them; the seek to have their power enlarged and in a word to have all the power of bishops in their proper dioceses. But above all they seem desirous to gain an absolute command over the regulars. The inferior clergy joins with the bishops in endeavouring to bring it about; this proceeds from a jealousy natural enough to man. We are apt to imagine ourselves exalted, when we see our neighbours depressed. On the other hand, the regular, jealous of maintaining their priviledges, did all in their power to put a stop to what they thought encroachments of the bishops; who the last pleaded the cannons and laws of the church for the submission of regulars to them in all that belongs to the administration of the sacraments and other missionary duties. The regulars, on the other hand, pleaded that they derived their mission equally from the same power that made the bishops missionars, and their missionary faculties were of a much older date; having laboured in the english mission long before any missionary bishops set forting in England and consequently that they did not want any authority from the bis-

hops for the exercise of those offices of which they had so long acquitted themselves without the assistance of any bishop. The Benedictins, alone of all the other regulars, pleaded another motive of exemption, founded up on the cannon law, in vertue of their having kept up a succession of cannons, since their expulsion from Cantorbury and other cathedral churches of which they were possessed at the time of the reformation. Now it is universally allowed that upon the demise of a bishop, the episcopal authority naturally devolves on the chapter of the vacant see. Hence the benedictin monks seam to have some reason to say that. as there are, as roman catholic bishops of the old sees in England, all right and jurisdiction is devolved upon them; as they are the only ones who have kept up a succession in those churches; according to which the missionary bishops themselves ought rather to have their authority from the said chapters of benedictins. But tho' the Benedictins have always been willing for the sake of peace, to wave this last part of the question, they think hard to be deprived of what regards themselves.

The bishops have sought to obviate all this by engaging the court of Rome to recall those missionary priviledges granted by it to the regulars, before the missionary bishops were first sent to England.

As to what the benedictin monks advanced concerning their authority derived from their succession to the metropolitan and other cathedral churches, the clergy have endeavoured to invalidate it by divers means; in the first place they denied a succession of the present Benedictins from those who existed in England before the reformation. That point being sufficiently proved to them, they immediately changed their attack, and pretended that the benedictins, formerly in England, were not united in one body or congregation, and consequently that tho' they had got together, when the first troubles were near an end, a few of the last surviving members of the old Benedictins in England, that they could have no pretence, but to the rights of those houses of which these survivors were professed.

Reyner, in his *Apostolatus B. in Anglia,* answerd this with greatest degree of evidence, and plainty demonstrated that the ancient benedictins, long before the reformation, made one body or congregation, and has published many acts of their general chapters in proof thereof, which are still extant in different libraries in England.

Beat from this hold, and still resolved to fasten to som'thing they pretend that the monks were intruders put unjustly over their heads into the cathedral churches by Dunstan; that Austin and his compagnions, who founded the english church were not benedictins and that consequently they had no right to those churches, but had taken them very injustly from the secular clergy; and for this end they are glad to have an author of the bulk of Baronius to back them, where they cast their anchor, and all: and all authority against him is deemed no better than monkish forgery; but happily the authentic monuments which the monks produce

were stowed in publick libraries ... long before the present disputes had their origin.

I fear I have troubled too much on your patience in detaining you so long on a subject of so little importance to you; but j know how desirous you are of coming at the truth of things, and that your humanity is so great that you would spare no pains to do justice to the meanest of the human species; this is what has emboldened me to adress you in so long and, I fear, so tedious a letter, and it is this humanity of yours, which encourages me to desire your patience a little longer.

It would seem unjust in me to insinuate that M.r Hume had his notion about S. Dunstan's bringing the benedictin order into England from our secular clergy, either directly or indirectly; I fairly own it is only a surmise, but from what I shall ad it may perhaps not appear groundless. But that such a thing might happen I have good grounds to believe, I have known a similar case on a similar occasion; and I have no reason to think but that the some people would repeat the same again, if the occasion offer'd. The case was as follows:

About seven years ago was published in France a new ecclesiastical history (1), in which I was much surprised to find a very long paragraph concerning the above mentioned disputes; for I esteimed the french generally ignorant of any such disputes having ever been carryed on among us; but what had most weight with me, was that the clandestine disputes of so inconsiderable a body, as the english roman catholics make with respect to the whole church, did not seem to me to deserve so great a proportion in a general ecclesiastical history. In it the regular clergy of England are represented in the most unjust light. They are accused of fomenting disturbances among the roman catholics, undermining the clergy, and of bringing on a persecution against D.r Smith (2), bishop of Calcedon *in partibus* and vicar apostolik in England. This bishop was sent into England by the court of Rome. The missionars, both secular and regular, uniting to demand a bishop to assist them in their mission, father Rudesind Barlow, then superior general of the english benedictins, was consulted by the congregation *de propaganda fide* in Rome, about a proper person to be made bishop and sent into England with such missionary faculties as were necessary in those circumstances. F. Rudesind thereupon wrote to the said congregation. His letter is dated december 2 1625, and proposed D.r Smith as

---

(1) Il s'agit sans doute de l'*Abrégé de l'Histoire Ecclésiastique*, de l'abbé Bonav. Racine, 15 vol. in-12, Paris, 1752, 1762. Cet ouvrage fut considéré comme entaché de jansénisme.

(2) Richard Smith, auteur de plusieurs bons ouvrages en faveur de l'unité catholique, professa durant quelque temps la théologie à Douai. Ses efforts pour soumettre les réguliers à la juridiction épiscopale donnèrent lieu à de vives répliques de la part du P. Ployd, Jésuite et du Bénédictin Rudisind Barlow. Smith est mort en 1655, âgé de 85 ans.

tho proprest person. D.r Smith was accordingly ordained bishop and sent to assist in the english mission by performing those functions, which were not of the competancy of simple priests, such as the administration of corfirmation, blessing the oils, etc.... But the new bishop no sooner arrived in England, then seized with ambitious views, and forgetting the end for which he was sent, he set up for ordinary of all England and Scotland, caused himself to he so stiled, subscribed his name with that tittle, and claimed a jurisdiction and authority equally extravagant over all Great Britain. F. Barlow, his friend, and who, as I said, put the miter of his head, seeing the exhorbitant pretentions of the new bishop, opposed him in them. The affair was carried to Rome; the Pope blamed the bishop and declared that no such jurisdiction was ever meant to be given him. But still he insisted upon it in England, and made so much noises about it, that it came to the ears of the gouvernment; and D.r Smith was at last obliged to fly out of the kingdom.

Now I will leave you or any candid person to judge whether it be probable that the roman catholiks would dare attempt to interest the court in their disputes about the beginning of the reign of king Charles the first, at a time when they scarcely durst shew their heads; or whether it be not more probable that the rumour of this new episcopal tribunal and jurisdiction over all Great Britain, coming to the ears of a jealous ministry, was the true cause of the persecution commenced against bishop Smith.

But let us spupose for a moment, with the above cited french historian, that the regulars, and particularly the monks, had so much interest with Charles the first as to obtain that king's protection against the unaccountable pretensions of the bishop. The accusation would rather turn out to the honour of the regulars, for as much as, if it were to appear that king Charles took their part, it would he a proof that he looked upon them as the better subjects; for we cannot suppose him to have had any other interest in those disputes. But whatever the truth of the may be, the benedictins will allways think themselves honour'd by accusations of this kind, as they prove no more than that they cousted and obtain'd the protection of their lawfull kings; I wish some of our political bishops could clear themselves of having paid their devotions to power of a later date, in which time alone they found means to extend their authority.

When i first saw the above mention'd paragraph in the french historian, I immediately imagined some foul play, not thinking it possible that a foreign writer, unbiased in our disputes, could give so partial an account of them. But I was soon satisfied as to that article: for a few days after, I had a visit from D.r Holden, then superior of the english seminary at Paris; who very politely, according to his usual custom, begun himself the discourse on the new published church history, but particularly on that part which regarded our disputes in England. I told him I was surprised that the french historian should be acquainted with them. The doctor owned the truth of my reasoning, and boastingly added, that our

disputes would never have appear'd in that history, and not he himself drawn up that article and got it inserted. Now what jugdment should we pass upon an historian who takes impliitely his account of things from the most virulent of a party concerned? M.r Holden (1) is, a believe, still living: and I dare say will not deny the fact. But this is not the only case of this kind. M. Tipper, a roman catholic clergyman and grand-vicar in London, had the adress and industry to insinuate himself so far into the good graces of M. Cart the historian that they lived together in the same chambers in one of the innes of cart, at the time M. Cart was writing his history of England; to whom it is said that M. Tipper often suggested things tending to the same purpose.

The constant behavour of our secular clergy on former occasions, raised my suspicion on the passage of M. Hum's history concerning S. Dunstan ant the benedictin monks : a suspicion which, j own, is perhaps groundless: but I could account in no other way, for a man of M. Hume's penetration and impartiality, falling into so gross a mistake.

Excuse, dear sir, this tedious tryal I have put upon your patience; I assure you nothing but the affection I bear you, and the esteem I have for your superior judgement, could have engaged me on so disagreable a subject; for I detest disputes. But the desire of making you conceive a better and more just opinion of a body to which I belong, would make me untertake any still more disagre'able task, so dear to me is your good opinion and esteem. But whatever judgement you pass on this hastly performance, j presume it will in no ways byass you against me; for I declare that I am ready, when seeing stronger arguments, shall be brought on the opposite side of the question, to recall what I have said; for I do not think myself so far prejudiced in favour of the monks, as to be blind to their facults. Of times I can see my own, among which I rekon the trespass I am making on the time, which you would have employed to much better purpose, on more important affairs. But my judgement is over power'd by the passionate desire I have of assuring you on all occasions of the inviolate attachment, esteem and sincerity with which I am and shall ever profess myself, Sir, Your affectionate and humble servant,

D. WALKER.

Rome, june the 5 1762.

NOTA. La lettre de dom Walker est d'une lecture assez difficile. On voudra donc bien excuser les petites défectuosités que pourrait présenter cette copie.

---

(1) Ce supérieur du séminaire anglais à Paris était sans doute le neveu ou le petit-neveu de Henri Holden, savant théologien réfugié, auquel M. Tabaraud a consacré un article dans le supplément de la *Biographie universelle*, t. LXVIII, 262.

EXTRAIT

D'une lettre écrite du camp de Deynze à la prieure de l'Hôpital-Comtesse à Lille.

Le 3 juin 1690.

Le corps de M. de Calvo (1) passa hier par Menin où j'estois. Je vous vois, Madame, dans l'attente d'apprendre quelle fut la pompe funèbre avec laquelle il y entra, et qui doit estre proportionnée à un lieutenant-général des armées du Roy, qui a donné mille preuves de sa valeur.

Je ne vous diray point que le convoy parut en bel ordre, ayant les gardes du défunct à la teste et plusieurs gens de livrée suivis des officiers de sa maison, que son escuier portait son épée entourée d'un crespe, et qu'il précédoit son carosse où estoit son cercueil couvert d'un drap noir chargé de l'ordre du Saint-Esprit, que cette marche funèbre estoit fermée par l'escorte qui l'avoit accompagné de Courtray, que la garnison prit les armes pour le recevoir, que le clergé alla au devant du corps, qu'on le déposa dans l'église, que les magistrats y parurent en robe de cérémonie, et que les cloches frappèrent les airs de toutes leurs forces. Non, je ne vous diray point tout cela, car il n'en est rien.

Son carosse et cet équipage magnifique qu'il avoit à l'armée, ayant été vendus et partagés aussitôt qu'il eut cessé de vivre, il ne luy restoit plus aucune suite. Les officiers de la garnison n'estoient point avertis de son arrivée, le curé faisoit la méridiane, les magistrats estoient au staminet, le sonneur ne sonne point sans argent. Enfin cet illustre mort fit son entrée sur un chariot de paysan qui s'arresta de son plein gré au milieu de la place, sans que personne sceut ce qui estoit dedans ; et on ne l'apprit que lorsqu'on vit sortir de cette espèce de *Caraba* un récollet qui, après avoir dit quelques *oremus* en descendant, s'en alla avec le palefrenier dans un cabaret pour prendre sa réfection, laissant le corps à la garde du charretier qui détela aussi ses chevaux et les attacha au char pour les faire repaistre.

Dès que le bruit en fut répandu, chacun y courut en foule. On estoit étonné de voir le corps de ce grand homme enfermé dans une simple bière, sur laquelle estoit une couverture de mulet, au lieu de poële, et

---

(1) Jean-Sauveur de Calvo, espagnol qui passa au service de France en 1641, et qui mérita par tous ses hauts faits d'armes, le surnom de *Brave Calvo*, mourut à Deinze, le 29 mai 1690, âgé de 65 ans. On s'explique le manque d'appareil dans ce cortége funèbre d'un lieutenant-général des armées de Louis XIV, lorsqu'on sait que ledit cortége traversait un pays tout nouvellement conquis et encore mal assuré à la France.

pour comble d'indignité, on avoit jeté dessus des bottes, de vieilles selles, d'autres hardes de campagne. Le soldat considéroit ce spectacle avec douleur et murmuroit de voir traiter ainsy la mémoire d'un capitaine qui l'avoit mené si souvent aux ennemis avec beaucoup de valeur.

Ce portrait de la misère humaine m'engageroit dans de hautes réflexions. Je garday quelque temps un profond silence; mais enfin rentrant dans mon naturel, j'envisageay d'un autre œil cette bizarrerie du sort, et je fis cette manière d'épitaphe :

Le vaillant Calvo, que naguère
Redoutoient le Belge et l'Ibère,
Gist entre un moine et son valet,
Sous la couverte d'un mulet.

Ensuite je m'en consolay, songeant que Pompée n'avoit pas eu un plus heureux destin, lorsqu'il mourut devant Peluze, puisqu'on attacha ce vers sur son corps :

Pene caret tumulo cui tot modo templa fuissent.

Voilà à quoy se termine la gloire de ce monde et ma lettre, y joignant de nouvelles assurances d'amitié (1).

---

(1) Je regrette de n'avoir pu découvrir quel est l'auteur de cette lettre assez spirituelle et de l'épitaphe piquante qu'elle contient.

DE JEAN CARPENTIER

ET DE SA FUITE EN HOLLANDE.

La *Notice* que j'ai publiée *sur J.-B. Carpentier, historiographe du Cambrésis*, in-8.°, Valenciennes, 1833, mentionne la disparition de ce moine de St.-Aubert, qui, envoyé à Malines par son abbé pour y suivre un procès que la maison soutenait contre le chapitre cathédral, jugea bon de visiter la Hollande et de s'embarquer ensuite pour la Suède. J'ai dit comment l'abbé Jérome Milot, touché du repentir de ce fugitif, l'accueillit bénignement et le rétablit parmi ses confrères. Une lettre de Carpentier, insérée à la fin de ladite notice, fournit même quelques détails touchant la fuite et le retour du moine. Voici, pour compléter la connaissance de cet incident, des pièces qui me semblent dignes d'être publiées. Je tiens les deux dernières de l'obligeance de M. le comte de Galametz.

I.° Acte par lequel l'abbé et les religieux déclarent que Carpentier est réintégré dans le chapitre, comme s'il n'en était jamais sorti.

« Nous messire Hiérosme Milot, par la permission divine, humble abbé de l'église et abbaye de Saint-Aubert en Cambray, de l'ordre des chanoines réguliers de Saint-Augustin, salut. Sçavoir faisons à tous ceux que conviendra que, comme sire Jean Carpentier, nostre religieux et confrère, fu commandé de par nous le 29 de septembre 1650 de se transporter à Malines pour négocier un procès intenté contre MM. de la métropolitaine, touchant nostre prébende en leur église, il auroit pris l'assurance, (se servant de la vacance publiée à Malines pour 15 jours) sans nostre préalable et spécial congé, de visiter la ville d'Amsterdam, à la persuasion et compagnie d'aucuns siens amys, sous la promesse qu'ils lui avoient faite de le ramener sain et sauf au bout de 8 jours.

Mais comme nostre bon Dieu, qui dirige toutes nos actions et se sçait venger en temps de nos témérités quoy bien legères, fu malheureusement embarqué à son retour sur un vaisseau qui faisoit voile en Norvège, d'où, après avoir esté traicté en esclave quelque mois, fu emmené en Suède, d'où il nous a fait sçavoir plusieurs fois son estat et l'extrême désir qu'il avoit de nous revoir; ce qu'il a accompli heureusement, par la grace de Dieu qui est autant miséricordieux que juste, et chastie plusieurs fois ceux qu'il aime. A la fin est arrivé en nostre maison le 10 de novembre de cet an 1652, à nostre grand contentement et applaudissement de nous tous. Or comme nul péché contre l'obédiance ne doit estre espargné, mais exemplairement puni, avons délibéré que la douceur et la charité nous doit estre autant et plus recommandables que la discipline en ce point, veu que sa cheute n'estoit émanée que d'une simple et inconsidérée curiosité, attendue aussi sa constance en sa foy et vocation parmi ces nations barbares, y joincts les bons conseils et advis de fameux et signalés personnages, nous avons trouvé bon, après l'accomplissement de quinze jours de vray et repentante pénitence, de lui pardonner à toujours cette faute et de le rejoindre avec nous, mesme de le remettre, de le considérer et juger capable de charges et honneurs, comme il estoit par ci-devant. Et afin qu'avec le laps de temps l'envieux, qui ne dort jamais, ne lui vienne à controuver ou avancer quelques reproches ou calomnies qui lui pourroient apporter quelque destourbier en sa vocation, *pro bono pacis* j'ay trouvé bon, en tesmoignage de vérité, de signer ceste de mon signe manuel, ayant aussi prié un chascun de nos confrères et religieux aux fins préalléguez. »

« Nous religieux et couvent du susdit lieu, ayant meurement considéré l'humble remonstrance de messire J. Carpentier, *habentes memoriam nostræ communis fragilitatis, recogitantes nos in eadem peccata posse labi*, nous le recevons fraternellement et tendrement entre nous tous, avec joye et applaudissement, et le considérons en tout comme l'un de nos vrays et très-sincères confrères. En tesmoignage de tout ce que dit est ci-dessus, et en suitte du consentement et signature de nostre dit sieur prélat, nous avons signé ceste de nostre signe manuel le jour et an susdits. »

2.° Lettre de Jean le Carpentier à M. Foullon (1), chambellan et conseiller de S. A. S. l'évêque et prince de Liége, en la souveraine cour féodale de Leide. Il lui avoue naïvement le motif de rancune qui lui a fait omettre la famille Foullon dans son *Estat de la noblesse du Cambrésis*.

2 décembre 1666.

Vous vous étonnerez peut-être de ce que je n'ay pas fait mention de

(1) Erasme Foullon, d'une famille originaire de Cambrai, naquit à Liége en 1606

vostre famille dans mon premier œuvre ; mais outre que vous y remarquerez quelques raisons, la plus forte, à vous dire franchement, est demeurée dans ma plume, qui est fondée sur une naturelle aliénation ou aversion fomentée depuis plus de septante ans, entre le conseiller Foullon défunt et mon ayeul, pour je ne sçay quel sujet. Au surplus, ceux qui vivent à présent à Cambray et ès environ, enflés peut-être de leurs richesses, ont fait si peu de cas de ceux qui me touchent qu'ils m'ont donné sujet de taire les éloges de ceux qui leur regardent. Si j'avois sceu, Monsieur, que je vous faisois tor (sic) par ce silence, je m'aurois bien gardé de me venger de la sorte. Au reste, je vous proteste que je réparerai toutes ces fautes dans mon grand œuvre (1) et que je parlerai de vostre maison, en son rang, avec tous les avantages possibles, espérant que vous aurez la bontée de me traiter avec plus de civilité que ceux de Cambray et que vous ne dédaignerez pas parfois mes correspondances. Cependant persuadez-vous que je suis et serai toute ma vie, Monsieur, l'un de vos plus affectionnés serviteurs.

JEAN LE CARPENTIER (2).

3.° Lettre de E. de Foullon à***

J'ai les œuvres de Jean le Carpentier, dont il vous a plu de m'envoyer un extrait par vos lettres du 24 du passé ; et comme je me suis autrefois plaint à luy même du peu de soins qu'il a eu d'insérer en son Traité de la Noblesse de Cambrésis, ce qui pouvoit faire à l'honneur de nostre famille, il m'ait répondu dans les termes ici-joints, et cependant il m'a envoyé un document en parchemin dont copie est aussi jointe (voir Collect. de D. Le Pez, livre M. p. 325 ; c'est le manuscrit 600). Ores, Monsieur, puisque vous avez la bonté de nous offrir vos services et que je me suis toujours deffié de la vérité de ce document et du peu de foy à adjouter à un homme qui l'a faussé à Dieu, je prends la liberté de vous requérir, comme estant en Arras, d'aller au monastère de St.-Vaast et d'y aprendre s'il se trouve effectivement dans leurs archives domestiques qu'un nommé Louis Foullon (3)

---

et y mourut le 3 février 1687. Paquot lui attribue un *Traité des droits de l'église de Liége sur le duché de Bouillon*. *Mémoires XVIII*, 100. Erasme Foullon eut un frère nommé Erard, connu comme historien de Liége. Paquot, *ibid.* 103.

(1) Ce *grand œuvre* n'a jamais paru.

(2) Quoi qu'en dise cette signature, le vrai nom n'est pas *Le Carpentier*, mais *Carpentier*.

(3) Il y eut, de 1380 à 1385, un abbé de Saint-Vaast nommé Louis ; était-ce un Foullon ? C'est ce que ne dit pas le *Gall. Christ.*

y auroit esté abbé environ de l'an 1383, et que un Charles Foullon, sieur d'Offemont et de Charlefort, marié à la demoiselle de Wanquetin auroit esté enterré l'an 1470 dans leur église auprès de l'hôtel de N.-D. Quelles armes luy et l'autre portoient? car s'il en faut croire aud. Carpentier et à une ancienne généalogie à nous communiquée par nos parents de Cambray, eux descendent dudit Charles et nous de Gérard Foullon, son frère cadet, marié à demoiselle Eléonore de Louverval; duquel mariage il sortit, comme ils disent, Robert Foullon, nostre trisaïeul, mort à Cambray, l'an 1537, approchant ses cent ans; Roger, son fils, s'estant venu habiter en Liége et s'y marier environ de l'an 1524. De quoi nous avons des documents et preuves irréfragables. Je ne sçay pourquoy ceux de nostre nom à Cambray font difficulté de vous communiquer leur descente; mais je dois vous dire qu'il y a des choses qu'ils nous cachent et que si nous avions accez aux archives de ceste ville, là nous trouverions peut-être de meilleures preuves qu'eux. Au reste il s'en faut tenir à ce qu'on a; et mon père vous remercie fort de votre civilité, comme je fais aussi en demeurant,

Monsieur,

Votre très-humble et très-obéissant serviteur,

E. de FOULLON.

De Liége, le 1.er décembre 1685.

PAMPHLETS POÉTIQUES

CONTRE FRANÇOIS I.er.

Les deux pièces qu'on va lire ci-après se rattachent tout à la fois à l'histoire littéraire comme, curieux échantillons de poésie politico-satyrique du XVIe siècle, et à l'histoire civile, comme documents singuliers sur la guerre entre François premier et Charles-Quint.

Il est bon que nous sachions un peu, nous autres Français, comment on traitait la France et ses rois dans ce pays-ci à une certaine époque. La Flandre Wallonne, comme on va le voir, avait aussi alors ses Clément-Marot, sauf le talent.

La *Journée des pourettes* fait allusion aux tentatives des Français pour secourir Térouane en juillet 1537. Quant au *Miroir nouveau*, c'est une sorte de diatribe assez piquante contre François I.er, à l'occasion de son alliance avec le duc Guillaume de Gueldre et à propos de leur invasion dans le Brabant et le Hainaut. Il faudra bien qu'on nous permette quelques notes pour éclaircir certains noms et certains faits relatés dans ces deux petits pamphlets, où les règles métriques de la versification ne sont guères respectées, comme on le verra de reste. Nos poètes wallons, très-peu français par la pensée, ne l'étaient pas beaucoup plus pour l'expression et pour le style.

Ces bagatelles sont extraites d'un petit cahier in-8°, papier, ayant pour titre :

S'enssieult aulcun recœul de pluisieurs choses tant dictiers

comme oraisons et aulcunes bonnes pièches recœulies tout ensamble. Ces prétendues *bonnes pièches et oraisons* sont :

1.° *Pro victoria habita apud Sanctum Hubertum per Namurcenses contra Franchigenas.* C'est la seule production latine du recueil; elle se compose de 56 vers.

2.° *Compte et renseignement fait à St.-Hubert par ceulx de Namur et Bouvingnies à Geldrois de Franche, le* XXVII° *d'octobre mil* V *cent et* VII.

3.° *Comptes rendus, présens Jehan de Sponlin, plusieurs bourgeois de Namur et Bovingnes.*

4.° *Complaincte du défunct roy de Castille.*

5.° *Les dictz de Diogènes. — Les dictz de Cléobolus.*

6.° *La Journée des pourettes.*

7.° *Miroir nouveau.*

8.° *S'ensieult aultres dictiers.*

LA JOURNÉE DES POURETTES.

Venez, Franchois, au ravitaillement
De Terronnane et force apportés pourre ;
Et vous montés trestous légièrement,
Tant que soyés plus légier à bien courre ;
Car point dedans ainsi on ne se fourre.
Bien vous le sceult la journée des esperons. (1)
Par les Anglois vous vous fistes escourre
Et ceste fois par tous nos Bourguignons.

Pour bien courrir estes preux et vaillants ;
Mais pour chocquier vous n'avés hardiesse.
Ce samble rage à vous voir sur les champs
Estradyer. Là n'avés point de cesse ;
Mais à la lance se aulcuns vous oppresse,
Pour le rencontre vous lui devrès la fuytte,
Craindant que vous ou vos chevaux ne blesse.
Vostre vaillance est au piet, point à la luyte.

(1) On sait que ce nom, *journée des éperons*, fut donné à la bataille de Guinegate, 18 août 1513 où les Français, a-t-on osé dire, se servirent moins d'épées que d'éperons.

Vous pensiès bien, avecq voz sacquellés,
Faire merveille estant tout plain de pourre :
Mais vous avés trop meschans chevallés ;
Ils ne vallent riens sinon que pour bien conrre.
Vous cuydiés bien Terrouane secoure :
Mais on vous a le chemin racourchiet.
Cheulx qui sçavoient myeulx trotter et courre
Doibvent avoir le pris, car ils ont bien gaignlet.

Vous estimiés ce cop cy eschapper
Par vos finesses, comme le temps passet (1);
Mais Molenbaix vous a attrappés
Dedans ses royes, comme le temps passet.
Et quant vos pas il eut bien compasset,
Chocquant sur vous vous at fait despasser
Plus que le pas; l'eau avés repasset
Mais la pluspart ne l'ont sceu repasser.

Voz capitaines que vous estimiés tant,
Et vos grans maistres, chevalliers de renom,
Le sieur de Pienne (2), Hannebault (3) tant puissant,
George capitaine, le seigneur de Chalon,
Avecq aussy le barron d'Alenchon (4),
Monsieur d'oultre eawe et le josne Sercus
Sont prisonniers ; pluisieurs autres de nom
Bien chincq cens mors prest à mettre au sercus.

En l'an de grâce XV.[e] et XXXVII,
Ung vendredi en jullette proprement,
Que les Franchois plain d'orgueul, comme on scet,
Pensant faire ravitaillement
A Terrouanne, portant honnestement
Les sacquelés, en guise de mallettes,
Pour bien parler de ce jour proprement,
On le nomra la journée des pourettes.

---

(1) Sans doute Charles de Lannoy, à qui l'on attribuait le gain de la bataille de Pavie.

(2) Louis de Halluin, sire de Piennes, après avoir été, sous Charles VIII, chargé de diverses ambassades, devint, sur la fin du règne de Louis XII, lieutenant-général de Picardie.

(3) Ce sire de Hennebaut ou Anebaut fut du nombre des capitaines faits prisonniers à Pavie.

(4) Charles IV, comte d'Alençon, moins brave à Pavie qu'il ne l'avait été à Marignan.

MIROIR NOUVEAU

transmis au roy de France, forgiet en Hainault par ung de ceulx de la forge, en l'an de Nostre Seigneur mille cinq cens et xliii, *le dixième jour du mois de novembre.*

L'ACTEUR.

Haynault, voyant que Franchois, roy de France,
De mettre à fin sans rayson le poursieult,
Remply de deuil, d'angoisse et de souffrance,
Proffère et dict au roy ce qui s'enssieult :

HAYNAULT.

Qui tant t'esmuelt de guerroyer icy ?
Dis moy, Franchois, roy de France puissant,
Qui est celluy qui conseilla cecy,
De mettre au sang et au feu sans merchy,
Le jardinet de Haynault florissant ?
Ce fut pour toy ung conseil mal yssant.
Mal t'en prendra sur la fin de tes jours.
Les conseilliers ne paient point tousjours

Tu as pensé par cautelle et trafficque,
Au tamps passet envahir mes pourpris ;
Mais à présent, comme roy magnificque,
Tu es venu mettre camp bellificque
Sur mes terroirs, dont je suis fort despris.
Tu as brulez, allumez et despris
Mainte maison et pilliet mainte vache.
Ne sçay comment ung roy a telle audache.

Tu as gaigniet Maulbuege (1) et Landrechie
Par grant proesse et corage animez.
Barlemmont as conquis et Aymerie,
Et qui plus est, la gendarmerie

---

(1) Maubeuge fut prise et réduite en cendres par le Dauphin, en 1543, tandis que François I.er s'emparait lui-même de Landrecies qui jusque-là était, comme Maubeuge, au pouvoir de Charles-Quint.

Qui deffendoit les chasteaux susnommez,
Laquelle estoit en nombre bien sommez,
De octante à cent ; n'esse point grant famille
Pour résister contre soixante mille ?

Après avoir Barlemmont (1), Aymerie (2),
Ravy par force où nulz ne deffendoit,
Tes deux enfants, parrez d'arme pollie,
S'en sont venus à la frisque et jollie
Ville de Binch (3) qui le crocq attendoit,
Là ung chascun de tes gens prétendoit
Facillement entrer ainsy que ailleur :
Mais la police l'on at trouvet meilleur (4)

Car la villette, à son maistre léalle,
Dont à jamais ne sera diffamée,
Pour soy monstrer du tout impérialle
N'at espargniet géniture royalle ;
Ains a tiré au mitan de l'armée :
Si que par feu, par fouldre et par fumée
Elle a plongiet en mortelle souffrance
Les plus gentils de ton pays de France.

Tes deux enfants descendu en ce val,
Accompagniez d'Hennebault et Vendosme,
Marle, Pointieuvre, et aussi Loingueval,
Ont bien montré de pieds et de cheval
Qu'ils ont vertu, couraige et force d'homme.
Car quant ils ont veu tresbuchier en somme
Cincq ou six mors de leurs nobles parens,
Ils n'ont osé se trouver sur les rens.

---

(1) Berlaimont, auj. chef-lieu de canton, rive gauche de la Sambre, arr. et à 14 kil. d'Avesnes.

(2) Aymeries, à 2 kil. de Berlaimont, avait un château fort que le Dauphin prit et fit démolir en 1543.

(3) Binche devait sans doute ces doux surnoms, *frisque et jolie*, au beau palais que Marie, reine de Hongrie, sœur de Charles-Quint, venait d'y faire bâtir et que le roi Henri II brûla en 1554.

(4) Il faut lire dans Pontus Heuterus, *Rerum Belgicarum Libri quinque*, in-4.°, Anvers, 1598, p. 544 et suiv., le récit de cette expédition dans le Hainaut et de cette attaque de Binche où le célèbre Coligny reçut une blessure à la gorge.

Ains sans honneur, comme gens trop infame,
Se sont tirés bien loin des copz trenchans,
Et ont laissiet à vitupère et blasme
Bien deux cents corps, dont Dieu vœul avoir l'ame;
De leurs gens mors sur la terre couchans,
Viande aux loups et aux bestes des champs.
Dieu ! quel horreur ! un roy souffrir les siens
Estre engloutis des oyseaux et des chiens !

C'est peu d'honneur a ces nobles enfans
D'avoir si tost levés leur camp et siége.
C'est peu d'honneur à ces gens triumphans
Que on estimoit aussy fort que éléphans,
D'avoir si tost reculé leur colliége.
C'estoit bien loing de s'en aller en Liége (1),
Mettre par force ung évesque à leur choix.
Dieu n'a voulu tant d'honneur aux Franchois.

Pourquoy n'as-tu ta bataille rangiet
Devant Bouchain ou place de renom ?
Pourquoi n'a-tu le Kaysnoit asiégiet ?
D'Avesnes aussy pourquoy n'as-tu mengiet ?
As-tu doublé la pouldre du canon ?
Si ton Daulphin demandoit bruit et nom,
Que n'alloit-il requerir sa vasselle
Que ceulx d'Avesnes ont pesquiet sans bousselle ?

Avesnes at faict à tes gens grant dommaige ;
Et si t'a fait très honteux vitupère :
De tes oyseaulx elle a prins le plumaige :
De tes chevaulx elle at saisy dismaige.
Pourquoy convient que ung aultre le compère ;
Et toutes fois pour un roy qui prospère,
Tu te debvois plus tost prendre à ycelle
Que de volloir violer la pucelle.

Pucelle est Binche qui si bien at vescu
Que fol amant jamais ne convoita.
Elle at sa foy à un princhе invaincu,
Portant harnois, lance et pieu, dardz, escu.

(1) Eu 1541, lorsqu'il fut question de donner un coadjuteur à Corneille de Berg, qui était évêque de Liége sans être prêtre lui-même, la France essaya vainement d'intervenir. Ce fut Georges d'Autriche, archevêque de Valence, qui fut nommé

Le plus exquis que la terre porta,
C'est cesluy-là qui jadis surmonta,
Oultre les mons, ton sceptre de renom,
Charles cinquième, empereur de ce nom.

Ceste pucelle assise à secque terre,
Sçavans jouer de picques et de dars,
T'a bien gardés de la prendre et conquerre.
Si t'a monstré qu'elle scet de la guerre
Plus que ne font tes vassaulx et souldars ;
Car seulement avec deux estandars
Elle a deffait ton espantable effort.
Troye en son tamps n'at point fait si très fort.

. . . .
. . . .

Quant tout est dict de la folle entreprise,
Tu n'en seras ne prisiés, ne louez ;
Car tout ainsy que oyseleux tendt à prise,
Tu as cuydié enfiller ma pauprise,
Mais de ton gluys point ne suis engluez,
Sy j'ai perdu, par estre mal cloués,
Aulcuns pallis de mon jardinet gent,
Tu m'en rendras pour ung seul plus de cent.

Villains meschants, mengeurs de gras morcheaux,
Et garsonceaulx, tu tiens soubz ta bannière,
Pour emmener comme vray laronceaux,
Mes moutonceaux, mes vaches, mes pourcheaux,
A grans monceaux, en la fosse et taynière.
Par telle manière est mise prisonnière
La parsonniére à ung chascun donnant
Ce que pour droit luy est apartenant.

Roy, ceste justice, à laquelle tu fais
Oultraige telle et quelle mesprison,
Que si donc n'est que tu change tes fais,
Tu sentiras les importables fais
Que Vulcanus apprest en sa prison.
Repoz es cieulx que sur tout bien prise ou,
Ne t'aviendra sans changer tes propos
Roy, myre toy au miroir d'Atropos.

Si tu te myre au miroir que je dis,
Tu ne feras dommaige à tes voisins ;
Ains t'en iras pour gaignier paradis,
Ruer dessus ces Affricquans mauldis,
Turcqs infidèles, mescréans sarrazins ;
Trotter feras Auvergnois, Lymoisins,
Gascons, Normans, sur telle nation
Sans faire guerre à ta cognation.

Si tu ne fais cela que je recorde,
Certes la fin point ne te sera bonne.
Tes gens seront attachiez d'une corde,
Et seras, sans avoir miséricorde,
Pris ou privez de sceptre et de couronne.
Ne vois-tu point qu'Espaigne te avirone,
Et qu'Allemaigne à la mort te pourchasse ?
De chiens rabbis ne voit-on longue chasse.

L'Acteur.

L'an quinze cent avecq quarante-trois,
Du plaisant moy de juillet le treizième,
Le Daulphin mist gros canons et charois
Tout près de Binch, pour trouer les parois ;
Et tira t'on tout le jour quatorzième.
Mais quand ce vint le matin du quinzième,
Tout ce gros siége et camp se retira ;
Car dudict lieu trop fort on les tira.

Avoir puist-il au ciel couronnement,
Et soit exempt de mengier dur pain d'orge,
Qui che myroir forgea si proprement
Que piecha tel ne vuyda de la forge.

Droict Neul (1).

Nota. — La Société des Antiquaires de la Morinie a publié dans son *Bulletin* de 1855, graces aux communications de M. le président Quenson et de M. P. de Beaupré, de curieuses pièces de poésie touchant les vicissitudes de Térouane.

(1) Ces deux mots *Droict Neul*, placés là en guise de signature, forment sans doute l'anagramme du nom de l'auteur du *Miroir ;* mais je ne me sens pas capable de trouver le mot de l'énigme ; *un plus savant le fasse.*

LIVRE

PUBLIÉ A LILLE SOUS UNE APPROBATION FAUSSE

Nicolas Calcan, qui fut successivement curé de la Madeleine et de Saint-Étienne, et qui mourut de la peste le 14 juin 1647, avait été en outre chanoine et pénitencier de la cathédrale de Tournai. On connaît de lui une *Oraison funèbre de Maximilien Villain de Gand, évêque de Tournai*, in-8°, Lille, Nic. de Rache, 1645; mais une œuvre de Calcan que l'on ne connaît point, parce que sans doute elle fut supprimée, c'est un petit traité qu'il aurait laissé paraître sous le couvert d'une approbation supposée. Le digne curé aura cru que ce *Vu bon* était une simple affaire d'usage, qu'on pouvait formuler soi-même, sans y mettre tant de façons.

Voici à cet égard un document authentique :

« Je soussigné, commis censeur en la ville de Lille, atteste à tous qu'il appartiendra que seroit venu à sa congnoissance estre imprimé audit Lille, certain livret sans nom d'imprimeur, intitulé : *Manifeste touchant la possession des pasteurs et manégliers de la ville de Lille, au faict des premiers services, contre les religieux de l'ordre de Saint-Dominique de ladite ville, tiré du droit, des décretz pontificaux et des règlements et contratz faictz entre les chapitres et pasteurs, et entre lesdits religieux. Par Nicolas Calcan, licencié en théol. et pasteur de Saint-Estienne à Lille*, 1646. »

» Sur la fin duquel livret est portée ou couchée l'approbation en ces termes :

» Ce manifeste ne contient rien contre la foy, et n'est aheurré des termes de la jurisprudence, ainsi est remply de belles remarques du droit et des auteurs receus, confirmées par accors et réglement.

» Signé : Jean Parent, censeur.

» Lequel livret je n'ay veu, n'y leu, n'y approuvé. Il est néantmoins véritable que le vendredi, douziesme du mois de janvier xvi^ec quarante-six, environ le soir, le susdit sieur pasteur Nicolas Calcan m'est venu trouver avec un gros trousseau de pappier escrit à la main pour avoir approbation d'iceux, disant en être fort pressé pour les faire imprimer et les présenter à la gouvernance. Estant ainsi pressé, je luy ay respondu que je l'approuverois, croiant que l'imprimeur eût fait son debvoir d'apporter les premiers pour les examiner fœulle par fœulle; ce qu'il n'a fait. Ains j'ay sceu et recognu que ledit livret estoit dès lors entièrement imprimé, usant de telz termes qu'ilz ont voulu en la susdite approbation, à mon grand étonnement. Et le lendemain matin 13e dudit mois, ledict livret fut distribué à messieurs du magistrat. Ce qu'entendant, je me suis aussitôt transporté à la Maison de Ville, et me suis plaint à messieurs du magistrat, de l'imprimeur, d'avoir imprimé soubz mon approbation, ce que je n'avois pas veu, n'y approuvé. En signe de vérité j'ay signé ceste, en présence des réverends péres Christophe du Colombier, prêtre, et L. Hippolite Tesson, aussi prêtre et religieux. Ce seiziesme jour de janvier mil six cent quarante six. Tesmoing : Jean Parent, prêtre.

Disons maintenant ce qu'était ce Jean Parent dont on décline ou plutôt dont on suppose ainsi la censure.

Jean Parent, né à Lille, prêtre et directeur des Sœurs-Noires en cette ville, était frère de Nicolas Parent, abbé de Loos, auprès de qui il alla mourir le 1.er août 1652.

On l'inhuma en l'église de ce monastère, dans une sépulture, où son frère vint le rejoindre le 22 février 1668.

Outre l'épitaphe de notre censeur, ainsi conçue :

Officio censor, Lilianus origine, mystes
Ordine, Joannes nomine, stirpe Parent,

On plaça sur la tombe l'inscription suivante :

Parthenium quicumque vides obiisse Joannem,
Dic : sit partheniis mens sociata choris.
Utque sit ambobus par gloria, dic Nicolaus
Incolat ætherei regna superna poli.
Quos amor et sanguis fraterno fœdere junxit
Disparibus clausos non decet esse locis.
Obiit 1663, febr. 22.
Omnibus æque.
Parent à tous.

Jean Parent a composé : *Miroir des supérieurs, ou art de gouverner. Traité de l'amour dû aux parents et aux supérieurs ;* in-8°, Lille, P. Derache, 1645.

Les églises, monastères, couvents, hôpitaux, etc., de la ville de Lille ; in-folio, inédit.

PUBLICATION DES MÉMOIRES DE CASTELNAU.

On sait que la seule bonne édition des mémoires de Michel de Castelnau est celle qu'a publiée Léonard, avec les savants commentaires de Le Laboureur, Bruxelles, 3 vol. in-fol., 1731 ; mais ce qu'on ignore peut-être c'est que les Godefroy ont encore prêté là leur assistance précieuse. La lettre suivante, écrite à Jean Godefroy par Léonard, nous donne quelques détails curieux sur les débuts de cette publication qui est toujours recherchée des vrais bibliophiles (1).

Monsieur,

J'ai bien reçu la lettre dont il vous a plu de m'honorer. J'ai l'honneur de vous dire qu'ayant eté conseillé de réimprimer les Mémoires de Castelnau et en ayant obtenu ici le privilége, j'en ay commencé l'impression depuis quelque temps, avec de neufs caractères d'Hollande très-beaux et sur très-beau papier, dont j'ai donné une feuille du grand et petit papier à M. votre ami ; il y a quelque temps que j'ay fait mettre un advertissement dans les gazettes d'Hollande que j'imprime cet ouvrage par souscription, en trois volumes in-folio ; la raison pourquoy j'ay fait mettre en trois volumes in-folio, c'est qu'on me donnera par l'entremise du prince de Rubempré une copie d'un manuscrit qui est dans la bibliothèque de la Congrégation de St.-Maur et dont le P. Le Long fait mention, nº 12,924 dans la *Biblioth. Hist. de la France* ; et comme ce manuscrit est assez gros, on m'a conseillé de le mettre à la fin de l'ouvrage qui, selon mon calcul, irait à 600 feuilles ou environ. M. Potier, avocat au parlement, ami du prince de Rubempré et aussi ami de M. votre frère, à Paris,

(1) Nous avons, en 1852, offert au Comité historique des monuments écrits de l'histoire de France un certain nombre de lettres originales de Castelnau, que le Comité a bien voulu insérer dans son bulletin, même année 38-62, avec un préambule de M. H. B.

m'a dit que vous rendriez un grand service au public, si vous vouliez avoir la bonté d'arranger et d'éclaircir ledit manuscrit à la manière de M. Le Laboureur; si vous le jugeriez à propos. Sur quoy je dis à M. Potier que je souhaiterois en ce cas de savoir comment je pourrois reconnoître vos bontez. Voilà, Monsieur, à quoy en est cet ouvrage, auquel personne n'a touché; on m'a conseillé de l'imprimer tel qu'il est, et de mettre à la fin de tout, ledit manuscrit. Mais comme M. votre père, que j'assure de mes très-humbles respects, a déjà fait des notes sur les Mémoires de Castelnau, ce seroit les rendre parfaits, s'il vouloit bien m'en donner une copie, et ce seroit donner un grand crédit à cette impression, si son nom et le vôtre, Monsieur, paroissoient dans le titre.

Je fais graver en cuivre les armoiries qui, dans l'édition de Paris, ne sont qu'en bois. J'imprime tous les jours une feuille; et, si j'ai des souscriptions, j'en imprimeray deux par jour. Comme M. Potier n'a pas voulu qu'on fisse ici le prospectus, disant qu'il me l'enverroit de Paris, je ne puis contenter ceux qui en demandent. Je l'attends depuis longtemps et je devrois déjà l'avoir publié; je n'imprime que 150 en papier royal, l'autre étant grand assez. J'hazarde à imprimer Castelnau, sur ce qu'un libraire de Paris m'a dit d'en prendre un nombre, mais ce ne sera que contre de ses livres.

Dans l'exemplaire que j'ay de Castelnau, la *généalogie de la maison de Castelnau* est mise au commencement du premier tome; et à la fin du second tome est mise la *Généalogie des maisons alliées à celle de Castelnau*. Il me semble, Monsieur, qu'il vaudroit mieux que ces deux généalogies seroient l'une auprès de l'autre, au troisième tome.

Dans mon exemplaire, je ne trouve point d'approbation; il y a comme une espèce d'approbation dans le privilége de France que je pourray aussi mettre.

Si je puis avoir le bonheur d'aller à Lille, je ne manqueray pas, M., de venir vous assurer de mes très-humbles respects et vous offrir mes services.

A Bruxelles, le 24 avril 1730

Votre très-humble et très-obéissant serviteur,

J. LÉONARD.

LETTRE D'ADRIEN KLUIT.

On sait qu'Adrien Kluit fut au siècle dernier, l'un de ces critiques profondément érudits, que les Pays-Bas et les Etats germaniques semblent avoir le privilége exclusif de produire et de développer. Entre les nombreux ouvrages de cet écrivain, plus recommandable encore peut-être par la noblesse de son caractère que par l'étendue de son savoir (1), nous aimons à citer surtout : *Historia critica comitatus Hollandiæ et Zelandiæ*, in-4.°, 2 vol., Middelbourg, 1777-1782. Cet excellent livre doit son principal intérêt aux recherches laborieuses que fit l'auteur dans les bibliothèques et les archives de nos contrées. Ainsi Kluit ne manqua point de puiser dans le dépôt de la Chambre des comptes de Lille.

Les lettres qu'il adressa pour ce motif à Denis-Joseph Godefroy sont, à notre avis, des modèles de latinité épistolaire et de courtoise érudition. Nous en avons retrouvé plusieurs, qui toutes seraient dignes d'être mises au jour.

Toutefois, comme dans ce *Spicilége* nous avons déjà peut-être abusé du latin, sachons nous borner, et contentons-nous de citer textuellement la première desdites lettres, sauf à faire connaître les autres plus tard.

Adrien Kluit sollicite de Denis-Jos. Godefroy la communication de quelques titres concernant les comtés de Hollande et de Zélande.

Middelbourg, 28 janvier 1775. *Autogr.*

Viro reverendo et rei historicæ callentissimo Godefroy, garde des chartres, S. D. A. Kluit, lector eloq. et ling. græc. ac rector illustr. gymnas. Medioburg. in Zeelandia.

---

(1) On sait que Kluit a péri dans l'épouvantable catastrophe qui eut lieu à Leyde le 12 janvier 1807. Un bateau de poudre ayant fait explosion devant sa maison, le célèbre professeur fut englouti, ainsi que sa femme, sous les décombres.

Veniunt ad te, vir reverende, literæ ab ignota manu alicujus, qui nihil a te suo jure rogat, sed, quæ tua est humanitas et in promovendis studiis atque historiæ illustratione audita mihi benevolentia, supplex petit, ut si quam præstare sine tuo damno potes, opem præstes, et cognito meo his in studiis conamine, tuum auxilium literarium mihi ferre ne recuses. Nimirum in eo sum ut, secundum *conspectum hujus Historiæ criticæ*, quam tibi, exigui muneris instar, offero, historiam Hollandiæ et Zeelandiæ, cum ex editis tum ineditis monumentis chartisque quam optime et planissime id fieri potest, illustrem. Quem in finem etiam facultas mihi data est a summe reverendo episcopo Brugensi *de Caimo* (1), id quod gratus agnosco, ex ipsis autographis, quæ in S. Donatiani ecclesia asservantur, describendi ac cum sigillis delineandi et in lucem deinde proferendi duas comitum nostrorum chartas, anno 1167 et 1206, quarum existentiam maleseduli quidam in terris nostris critici negaverunt et nunc et olim. Tu qui harum rerum es callentissimus, quique perhiberis omnium earum chartarum indicem (inventaire) ipse composuisse, quæ in Camera rationum Insulensi magno numero autographæ assevantur, tu, inquam, ex adjecto heic indice sermone gallico, cum meis notis perspicies, quid mihi indagando innotuerit; nempe latere in refertissimis vestris archivis permulta etiam nunc documenta Zeelandiam et Flandriam spectantia, forte etiam Hollandiam, quorum ingens quidem numerus jam aliunde productus est ab Oliv. Vredio et ab Edmundo Martene et Durand ex archivis Hannoniæ, quæ nostrates congesserunt in suum *Codicem diplomaticum comitum Holland.*, 4 vol., in-fol., sub nomine Flandrico : *Mieris* (2) *Chartereboek der Graven van Holland en Zeeland*, multa tamen adhuc inedita penes te asservantur. Quam velim autem ut per te, Vir Rev. ac benefaciendo nate, facultas mihi daretur ut harum chartarum accurate descriptarum yam compos.

Et 1.° quidem ex adjectis hunc ad indicem (cujus exemplar ad te mitto) notis marginalibus videbis quas hujus indicis chartas habeamus, quibus careamus et quarum apographis sigillorumque descriptione supplex rogarem ditari. Pro ampendenda per scribis opera non nihil dare redhostimenti non detrectarem, etiam si ad 60 libras gallicas id cresceret.

Secundo habetur in Foppens, *Diplom. Belgic.*, IV, 523, charta cujusdam nobilis Zeelandi, anno 1187, quæ hausta dicitur ex antiquo cartulario Zeelandico (in Camera rationum Insul) id quod conjicio ex nota ibid., p. 235,

---

(1) Jean Robert Ghislain Caimo fut sacré évêque de Bruges, à Malines en juin 1754.

(2) Fr. Miéris, peintre distingué comme son père et son aïeul, fut de plus un habile historiographe. Le recueil diplom tique dont Kluit donne ici le titre fut publié en 4 vol. in-folio, Leyde, 1753-1756.

ubi dicit editor se hæc diplomata descripsisse, anno 1741, ex *antiquo cartulario Zelandico, quod existit in Camera rationum* (1) insulensi. Quam velim autem scire, utrum hoc antiquum cartularium, quod tam vetustas exhibet chartas, etiamnum apud vos existat, et quas chartas, quove *die*, *anno, loco, quibus testibus* et qua de re datas illud complecteretur; quo per quam me devinctum tibi agnoscerem, et ansa mihi daretur publicis scriptis tuam humanitatem prædicandi ac grata mente recondendi.

Denique 3.° certo mihi persuadeo, præter hæc alia etiamnunc latere. quæ bella et discordias inter Holl. et Flandros super feudo olim Zelandico excitatas spectant. Si verum enim est, quemadmodum verum esse aliunde deprehendi, omnes eas chartas Zeelandicas, quas nunc Iusulis ex hoc adjecto indice adesse patet. servatas olim fuisse in castro Rupelmondano tunc dubio procul esse; statuo etiam in vestris archivis adhuc latitare eas quas indice 2° recensui.

In his igitur ad tuam humanitatem convolo; et si quid in his describendis vel clarius explicandis auxilii suppeditare possis, enixe rogo, precor. Quis autem sim et qualis, norunt viri reverendi de *Wille* et *Roels* canonici cathed. S. Donatiani Brug.; novit vir rev. *Clemens*, canon. S. Bavon. Gand, cujus imprimis hortatu hæc ad te scribere sustineo; novit V. R. Goyers (1), qui Foppensii *Biblioth. Belg*. continuatorem strenuum agit, norunt alii. Deus optimus te tuosque diu salvos incolumesque servet precor; meque tuo prosequi amore ne recuses rogo.

Dabam Mediobnrgi in Zeelandia, IV kal. febr. CIƆIƆCCLXXV.

---

(1) Les archives de la Chambre des comptes de Lille n'ont jamais possédé ce cartulaire de Zelande dont Kluit parle ici. La charte de 1187, que le continuateur de Miræus donne comme extraite de ce cartulaire, n'existe même pas dans lesdites archives.

(2) Jacques Goyers, chanoine de Malines, avait entrepris en effet de compléter la *Bibliotheca belgica* de Foppens Les documents préparés pour cette continuation se trouvaient dans la riche bibliothèque de Ch. Van Hulthem. Voir le catalogue, t. VI., N.os 822-884.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES,
DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

OBSERVATIONS

SUR LES FLOTTEURS INDICATEURS DE NIVEAU D'EAU

DANS LES GÉNÉRATEURS A VAPEUR,

Par M. Edmond COX, Membre résidant.

Séance du 17 avril 1857.

On emploie, pour connaître le niveau d'eau dans les générateurs, le flotteur à tige à boîte à étoupes et à balancier, le niveau d'eau en verre, les robinets espacés dans l'eau et vapeur, le flotteur magnétique, etc.

Le flotteur à tige, boîte à calfat et balancier, est souvent lent à marquer ; avec le calfat un peu serré il reste en place sans bouger; si on laisse le calfat libre, il y a déperdition de vapeur, ce qui est gênant et désagréable ; dans cet état on le considère comme un mauvais instrument. La boîte à calfat étant si défectueuse, on a cherché à la remplacer par un poids très-lourd que traverse la tige; on perce un petit trou sur la chaudière, de son diamètre, on y met une boîte dont le chanfrein est garni de chanvre, le poids vient presser dessus, le flotteur marche librement par ce moyen, mais très-souvent il y a déperdition de vapeur, parce que le balancier se terminant à l'extrémité de la tige, en quart de cercle, pour remplacer le parallélogramme, n'en a pas la rigoureuse exactitude et, bougeant de place, la tige dévie quelque peu en montant ou en descendant et dérange le calfat, qui donne alors la déperdition de vapeur.

Le niveau d'eau en verre est un tube rond qui communique dans le bout de la chaudière par un robinet qui se trouve au-dessous du niveau d'eau, et un autre, qui prend dans la vapeur; en ouvrant les deux robinets, l'eau tenue en équilibre dans le tube de verre indique exactement le niveau dans la chaudière. Il faut avoir soin de choisir un système d'un nettoyage facile, sans devoir rien démonter; il faut que les robinets soient disposés pour pouvoir purger le tube de verre facilement, avoir des bouchons vissés en face des clés, pour nettoyer les communications, si elles s'obstruent. C'est un instrument fragile, bon pour un contrôle; sa pose en face des fourneaux gêne le chauffeur, qui doit prendre beaucoup de précautions pour ne pas le casser; s'il arrive accident par l'échappement de l'eau et de la vapeur, il risque d'être brûlé; si le nettoyage ne peut s'opérer avec facilité, le tube s'encrasse et devient tellement brouillé qu'on n'y voit plus rien.

On cherche à établir un niveau d'eau en verre, composé d'une boîte en fonte avec une large rainure tout le long, pour y fixer un châssis garni d'un verre plat, très-épais; ce niveau se trouve en communication avec la chaudière, comme les autres, et pour mieux voir le niveau de l'eau, il y a dans la boîte en fonte un petit flotteur libre, qui surnage; sa couleur tranchante le fait distinguer; on prétend que ce verre plat cassera moins qu'un tube rond, c'est ce que la pratique apprendra; il y a à craindre que la dilatation de la boîte ne fasse éprouver de la contraction au verre et qu'il ne résistera pas.

Les robinets espacés ne peuvent servir que pour contrôle, et souvent, au moment de vérification, les robinets sont encrassés, et on ne peut les ouvrir.

L'appareil du flotteur magnétique se compose d'une colonne creuse, que l'on pose sur la chaudière; elle renferme un levier aimanté; il communique, par une tige libre, avec un flotteur; extérieurement se trouve un cadran à échelle graduée, sur lequel circule une petite ligne en métal, qui suit exactement la position de l'aimant; le flotteur, en descendant ou montant, communique son mouvement au levier aimanté et il est répété à l'instant par le signe sur le cadran; il y a en

outre un sifflet d'alarme que le flotteur fait agir pour le peu ou trop d'eau. Un autre appareil magnétique, tout récemment introduit d'Angleterre, se compose d'un cadran extérieur, avec une aiguille mobile, elle communique intérieurement dans la chaudière, avec un rouet aimanté, attaché sur une roue qui porte une chaîne; celle-ci est fixée par un bout sur la roue; elle tient un flotteur très-léger, fondu d'une seule pièce; à mesure que l'eau baisse ou monte, la roue tourne à droite ou à gauche, l'aimant fait de même et entraîne l'aiguille dans les indications du cadran. Ce système magnétique est très-sensible et marque avec une extrême justesse toutes les variations du niveau de l'eau.

De tous les niveaux indiqués, celui préféré par le chauffeur est le flotteur à tige et à balancier, d'abord par routine et la force de l'habitude; l'individu le plus inepte comprend que le balancier étant horizontal présente le niveau exact, que plus ou moins couché d'un côté ou de l'autre, il y a peu ou trop d'eau; dans l'obscurité, avec la main, il peut s'assurer s'il est bien posé et en règle.

Les niveaux en verre, à cause de leur fragilité, sont presque toujours en repos; les robinets espacés ne peuvent fonctionner que momentanément; le flotteur magnétique, qui est encore peu répandu, ne présente pas, pour un chauffeur, avec son cadran, une facilité de distinguer le niveau aussi bien que le balancier. Cependant ce dernier fonctionne souvent imparfaitement.

Voici un moyen facile de faire du flotteur à tige et à balancier avec boîte à calfat, un instrument parfait, fonctionnant très-librement et sans aucune déperdition de vapeur : il suffit de dégager entièrement la boîte à calfat, d'introduire dans le fond une petite rondelle en caout-chouc-alcalin (1) de 3 à 4 millimètres d'épaisseur, avec un trou pou la grosseur de la tige; il faut la fendre en biais pour la passer; on en remet une seconde semblable en posant la fente du côté opposé à la

---

(1) *Caout-chouc-alcalin* (terme technique), qui a la propriété de pouvoir résister à la vapeur.

première, on ajoute un peu de filasse de lin pour remplir à peu près la boîte et on remet par-dessus, deux rondelles en caout-chouc, semblables à celles du fond, on sert très-peu le calfat ; le flotteur garni ainsi fonctionnera à merveille, il ira librement, sans aucune déperdition de vapeur; l'élasticité du caout-chouc vient grandement aider à cela, et ce niveau devient alors un instrument indicateur, de toute confiance.

L'avantage de la garniture qui vient d'être indiquée, c'est qu'elle permet de mettre au flotteur une tige plus grosse que d'ordinaire, de rendre cette tige creuse dans la partie qui sort de la chaudière jusqu'à la chaîne du balancier, d'adapter au bout de cette tige creuse, avec un pont, un sifflet d'avertissement ou d'alarme : on fait à la tige creuse, un petit trou, à distance, au-dessus de la chaudière, pour que le balancier, en baissant, amène ce trou dans la vapeur; supposons le flotteur de niveau et que l'on veuille être averti si l'eau baisse de dix centimètres : si la boîte a huit centimètres de hauteur, on fera le trou deux centimètres au-dessus de la boîte, le sifflet marchera lorsque l'eau baissera, le petit trou, sitôt qu'il arrive à l'intérieur de la chaudière, fait fonctionner le sifflet ; on peut faire le trou plus ou moins haut, selon que l'on désire être averti du niveau de l'eau. L'avantage de ce sifflet, que l'on peut faire en gros fil de fer, et la partie creuse, en tôle roulée et brasée à grosseur exacte au fil de fer, qui ne peut se rouiller à cause que le calfat est graissé avec de l'huile et qu'il ne sort pas de vapeur, c'est d'être en dehors de la chaudière, de ne pouvoir s'obstruer pour cette cause, comme cela arrive souvent pour les autres siffleurs, avec des eaux marneuses, de pouvoir se rendre compte à chaque instant s'il fonctionne bien ; il suffit de faire descendre le balancier, pour faire arriver le trou de la tige dans la chaudière, le sifflet ira et en lâchant le balancier, le flotteur reprendra sa place, de lui-même, et la vérification sera faite. L'emploi de fer au lieu de cuivre rouge, que l'on met souvent, est préférable, à cause de sa durée; il est bien entendu que le flotteur surnageant sur l'eau, doit être en bon état, et s'il est en métal, s'assurer, que l'eau ne peut y pénétrer; du reste, après un court essai, s'il fonctionne bien, il est rare qu'il s'altère.

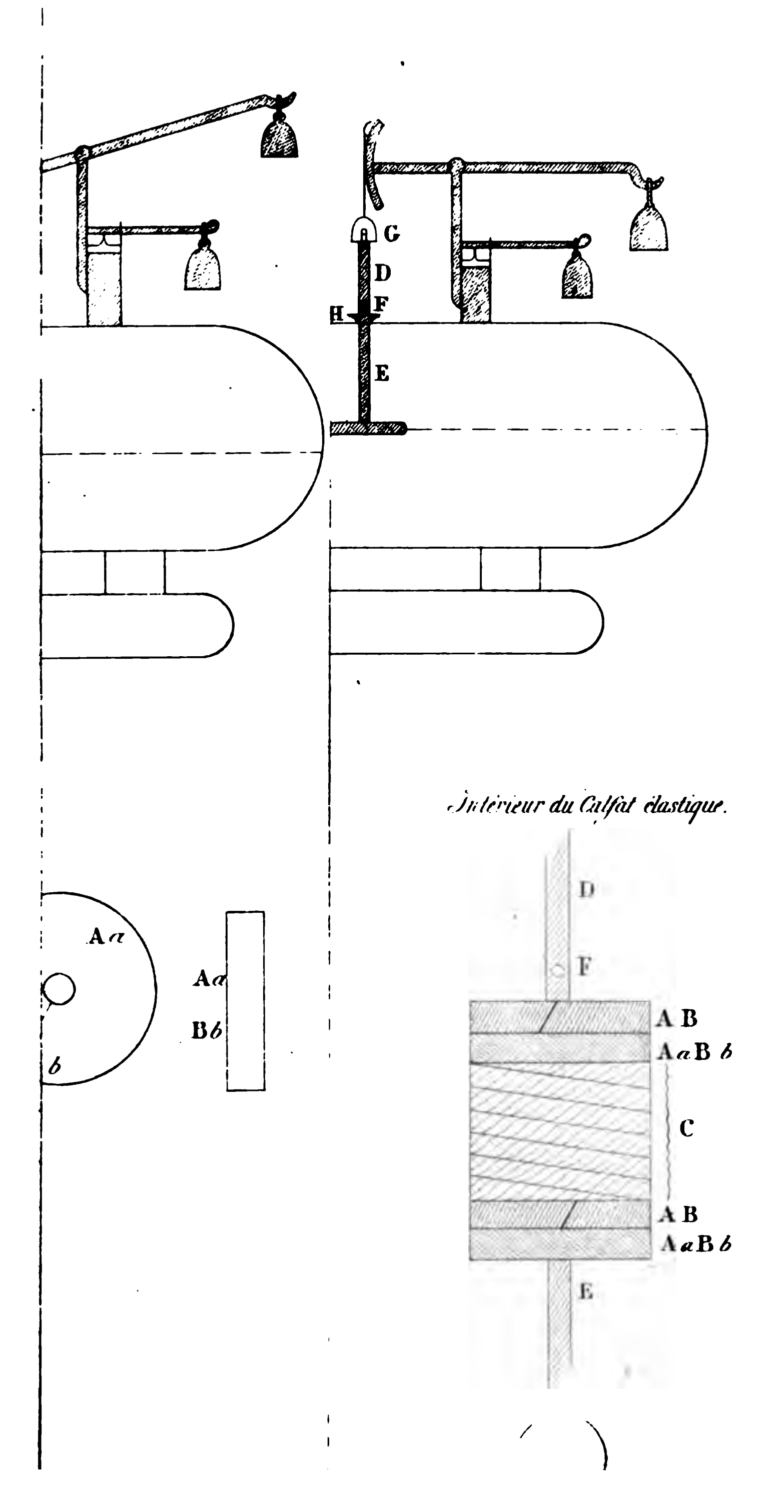
Le système de Royennette, de Sotte-en-Ville près Rouen, pour l'alimentation continue, est bon; la pratique en a constaté l'efficacité; comme c'est aussi un système de flotteur, il convient d'en donner la description : cet appareil se compose d'une boîte en fonte que l'on pose sur la chaudière, cette boîte contient un levier en cuivre tenant une douille; dans la boîte, la douille est traversée par un arbre faisant corps avec le levier, l'arbre étant passé dans la douille vient à l'extérieur de la boîte porter une aiguille indicatrice et, se prolongeant, vient s'introduire dans le bout de la clé du robinet d'alimentation qui, par une disposi- particulière, peut se trouver très-libre sans avoir de fuite ; en faisant mouvoir l'aiguille à droite ou à gauche, on ouvre ou on ferme le robinet; au levier intérieur, dans la boîte en fonte, pend une tige libre qui vient tenir, à la hauteur du niveau d'eau que l'on doit avoir, un flotteur énergique, en forte tôle, éprouvée à une pression de dix atmosphères. Ce flotteur, en montant par l'augmentation de l'eau dans la chaudière fait mouvoir l'aiguille indicatrice, qui ferme graduellement le robinet; la pompe foulante marche toujours et, au moyen d'une soupape, le supplément d'eau s'échappe, ou monte dans un réservoir d'utilité ou d'agrément ; si la consommation de vapeur est grande, le flotteur tendant à descendre ouvre le robinet pour laisser entrer une plus grande quantité d'eau ; s'il manque un verre d'eau, il s'introduit dans la chaudière, enfin l'eau entre à mesure de la consommation. On comprend que ce système doit donner une économie de combustible, car le niveau étant constant, la tension de la vapeur reste la même, beaucoup plus facilement, que de mettre à la main une grande quantité d'eau à la fois. Comme pour la mise en train, il se consomme de l'eau avant que la machine marche, on a adapté à cet appareil un sifflet de prévenance ou d'alarme, ce sifflet est commandé par le levier qui tient le flotteur. Le niveau étant descendu, l'aiguille indique le robinet grand ouvert, et si l'eau a baissé de neuf à dix centimètres dans la chaudière, le levier vient accrocher le sifflet d'alarme et le faire fonctionner, et le chauffeur est prévenu qu'il faut mettre de l'eau. Cet appareil s'applique à chaque chaudière, avec une seule soupape d'écou-

lement pour plusieurs chaudières, elles sont en communication pour l'alimentation et peuvent ne pas l'être pour la vapeur, le niveau reste constant à chaque chaudière.

Il est bien d'avertir les chauffeurs que, quoique ce système d'alimentation isole les générateurs les uns des autres, il faut pour les temps d'arrêt, surtout la nuit, fermer les communications d'alimentation d'une chaudière à l'autre, parce qu'il serait possible que la soupape ne ferme pas parfaitement, par un grain de sable ou autrement, et que l'eau des chaudières ne s'échappe ou entre chez la voisine, si le robinet n'était pas hermétiquement fermé ; du reste, c'est une précaution que l'on doit prendre pour toute espèce de système.

Si avec l'alimentation continue on a un flotteur à balancier bien organisé, comme il a été décrit avec calfat élastique, un chauffeur, fût-il peu intelligent, sera à même de ne pas être exposé à manquer d'eau, il sera toujours averti par l'un ou l'autre flotteur ; il est bon d'avoir sur le même générateur deux systèmes, l'un essentiellement pratique et à portée de l'intelligence du chauffeur, l'autre à alimentation continue ou, à défaut, un autre système de flotteur indicateur, pour avoir contrôle l'un par l'autre, de manière que si, par une cause quelconque, l'un vient à manquer soit par incurie, négligence ou mauvais vouloir, l'autre agira, et on se trouvera dans les meilleures conditions de sûreté et de garantie contre les explosions si terribles des générateurs, qui sont presque toujours occasionnées par le manque d'eau, et même, sans éprouver les conséquences désastreuses de l'explosion, en étant bien organisé en flotteurs, indicateurs, avertisseurs de niveau, on évitera les chaudières brûlées, réparations fort coûteuses, et on aura la satisfaction d'avoir, dans les limites du possible, fait le nécessaire pour éviter les accidents malheureux.

Balancier, à d'alarme.



MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

MÉMOIRE

SUR LA DÉTENTE DE LA VAPEUR[1]

DANS LES MACHINES DU SYSTÈME DE WOOLF,

Par M. Auguste FIÉVET,
Membre résidant.

Séance du 5 juin 1857.

Pour l'intelligence de ce que j'ai à dire, il est nécessaire que je rappelle sommairement comment se produit ordinairement la détente de la vapeur.

Dans les machines à un seul cylindre, la vapeur est interceptée à un certain point de la course du piston, et ce dernier continue son chemin par l'effet de la détente.

Dans les machines à deux cylindres, la vapeur est d'adord reçue sur le petit piston, puis elle va se détendre, à la course suivante, dans le grand cylindre. Quelquefois elle n'est admise que pendant une partie de la course du petit piston ; alors il y a une première détente dans le petit cylindre, et une seconde dans le grand.

Le rapport ordinaire entre les capacités des deux cylindres est de 3 1/2 à 4, et je ne sache pas qu'il dépasse jamais ce dernier chiffre.

Enfin il y a, mais je n'en ai jamais vu, et l'on n'en construit pas dans notre localité, des machines dans lesquelles la vapeur, après avoir fonctionné dans un premier cylindre, va se détendre successivement

(1) L'auteur s'est assuré la propriété de sa découverte par un brevet d'invention, s. g. d. g.

dans deux autres cylindres, le dernier étant le plus grand. Je ne m'occuperai pas de ces dernières machines, car, on le verra plus loin, deux cylindres suffisent pour pousser la détente à ses dernières limites.

Les tiroirs qui servent à obtenir ces effets sont de plusieurs espèces; ce sont, pour les machines à un seul cylindre :

1.° Le tiroir dit à recouvrements,

2.° Celui qui est muni de deux petites glissières,

3.° Celui qui n'a pas de recouvrements, mais auquel on adjoint une soupape ou une glissière séparée, contenue dans une boîte spéciale.

Pour les machines de Woolf, ce sont, lorsqu'il n'y a pas de détente dans le petit cylindre, les tiroirs sans recouvrements; s'il y a détente, on emploie pour le petit tiroir l'un de ceux dont il vient d'être question pour les machines à un seul cylindre.

Je n'ai pas la prétention de rappeler tous les genres de tiroirs; je ne parle que des principaux.

Le tiroir dit à recouvrements, et je ne parle que du plus usité de ceux de cette espèce, introduit la vapeur pendant une partie de la course du piston; il laisse opérer la détente pendant une autre partie; mais le piston parcourt le reste de cette course en vertu de la vitesse acquise, les recouvrements intérieurs étant moindres que ceux extérieurs. Ce moyen est vicieux au double point de vue de la perte de travail qu'il occasionne et des irrégularités prononcées qu'il provoque dans le mouvement de la machine. Il résulte aussi de la construction de ce tiroir, qu'une partie de la décharge de la course précédente reste emprisonnée dans le cylindre, et quelquefois la compression de cette vapeur soulève le tiroir et cause une perte assez sensible.

Le tiroir qui est muni de glissières, est compliqué et ne tarde pas à s'user; alors la vapeur ne se détend plus comme on l'a voulu, et les économies sur lesquelles on comptait, disparaissent.

Le tiroir qui n'a pas de recouvrements, mais auquel on adjoint une soupape, et mieux, une glissière séparée, montée dans une boîte spéciale, complique la machine et augmente le volume des espaces libres de la capacité de la boîte qui le contient.

Il résulte donc de cette disposition, pour une même dépense, une perte d'effet assez importante.

Observons en passant que lorsqu'il s'agit de détendre dans un cylindre plutôt que dans deux, un même volume de vapeur doit être introduit pendant une très petite portion du temps que le piston met à parcourir sa course, d'où il suit que les tuyaux aboutissant au cylindre et les espaces libres, doivent être d'autant plus grands.

Enfin, les tiroirs qui n'ont pas de recouvrements, à l'aide desquels on distribue la vapeur dans les machines de Woolf ne détendant pas dans le petit cylindre, jouissent seuls de l'avantage d'être à la fois, simples, durables et corrects ; mais, je viens de le dire, il faut, pour les employer, renoncer à la détente dans le petit cylindre, et c'est ce que l'on fait généralement, soit que les constructeurs qui agissent ainsi n'aient pas tenté de faire mieux, soit que des essais malheureux les aient ramenés à ce dernier moyen.

Cependant, dans cet état, la vapeur ne produit pas tout l'effet dont elle est capable, et l'on ne se doute pas toujours de ce qu'il est encore possible d'en tirer.

Pénétré des imperfections que présentent les procédés connus, j'ai recherché s'il n'y aurait pas un moyen simple, durable, correct et facile à exécuter, pour obtenir de la vapeur son maximum d'effet.

Pour les machines à un seul cylindre, je n'ai rien trouvé ; mais, pour celles à deux cylindres, on peut facilement éviter les inconvénients signalés plus haut, et faire produire à la vapeur son maximum d'effet, en établissant les cylindres dans un rapport tel que la vapeur arrive à sa limite convenable d'expansion, sans détendre dans le petit cylindre. On pourra alors employer les tiroirs sans recouvrements, auxquels il ne manquait que ce rapport convenable entre les cylindres pour atteindre le but proposé.

Cette idée trouvée, le reste découle naturellement des formules sur la machine à vapeur, sauf de légers changements. En effet, l'équation qui donne l'admission du maximum d'effet dans les machines de Woolf détendant dans le petit cylindre, est la suivante :

$$l' = \frac{AL}{a} \frac{\frac{n}{q} + \omega}{\frac{n}{q} + P'} - \left[c - c \frac{\frac{n}{q} + \omega}{\frac{n}{q} + P'} \right]$$

dans laquelle :

L exprime la course du grand piston ,

l', la partie de la course du petit piston , pendant laquelle se fait l admission de la vapeur ,

A, la section droite du grand cylindre,

a, la section droite du petit cylindre,

c, la liberté du petit cylindre, représentée par une longueur équivalente du cylindre,

P', la pression de la vapeur d'admission , en kilogrammes , par mètre carré ,

ω, la pression de la vapeur dans le condenseur , en kilogrammes , par mètre carré , estimée 2,100 kilogrammes dans les machines qui condensent assez bien ,

n et q, deux constantes qui valent, pour les machines à condensation :

n , 0,00004227 ,

q , 0,0000000529 ,

En transformant cette formule, et en faisant l' égale à la course l du petit piston , il vient :

$$\frac{AL}{al} = \frac{\frac{n}{q} + P'}{\frac{n}{q} + \omega} \left(1 + \frac{c}{l}\right) - \frac{c}{l}$$

Mais , pour que la vapeur ne sorte pas précisément du grand cylindre à la pression ω ; pour qu'elle ait , au contraire , un petit excès de

force sur la résistance du condenseur, je négligerai dans la première équation le terme négatif

$$-\left(c - c\,\frac{\frac{n}{q}+\hat{\omega}}{\frac{n}{q}+P'}\right)$$

qui a peu de valeur, et il me restera simplement :

$$l' = \frac{AL}{a}\,\frac{\frac{n}{q}+\hat{\omega}}{\frac{n}{q}+P'}$$

que je transformerai en

$$\frac{AL}{al} = \frac{\frac{n}{q}+P'}{\frac{n}{q}+\hat{\omega}}$$

en faisant, comme je me le suis proposé, $l'=l$.

Avec l'aide de cette formule, j'ai formé le tableau suivant des rapports des cylindres des machines de Woolf, pour des pressions de quart en quart d'atmosphère, depuis une jusqu'à cinq atmosphères.

PRESSIONS EN ATMOS :	RAPPORTS.	PRESSIONS EN ATMOS :	RAPPORTS.
1 atmosphère.	3, 889	3 1/4 atmosphères.	11, 859
1 1/4 —	4, 781	3 1/2 —	12, 750
1 1/2 —	5, 622	3 3/4 —	13, 641
1 3/4 —	6, 513	4 » —	14, 532
2 » —	7, 404	4 1/4 —	15, 423
2 1/4 —	8, 295	4 1/2 —	16, 314
2 1/2 —	9, 185	4 3/4 —	17, 205
2 3/4 —	10, 077	5 » —	18, 097
3 » —	10, 966	» » —	» »

On voit par ce tableau combien l'on se trouve éloigné des rapports convenables, dans les machines de Woolf telles qu'on les construit ordinairement, puisque le maximum d'effet, et nous verrons plus loin quel maximum d'effet, n'aurait lieu que si l'on fonctionnait dans le petit cylindre à une atmosphère environ ; tandis que les machines de ce système marchent généralement de trois à cinq atmosphères.

Pour faire sentir l'importance qui résultera de l'établissement des cylindres dans un rapport convenable, il suffit de chercher quel est le travail moteur d'une machine comme on les contruit, fonctionnant à une pression déterminée, et de calculer sa vaporisation pour ce travail ; puis de supposer qu'on substitue aux cylindres de cette machine, d'autres cylindres établis dans le rapport indiqué par ce tableau, selon la pression à laquelle la vapeur doit être employée, et d'avoir le soin de réduire, autant que possible, les espaces libres. Le travail moteur obtenu dans ce cas, comparé à celui trouvé précédemment, en conservant la même vaporisation et la même pression d'admission, fera connaître l'accroissement du travail moteur.

Une machine de Woolf se trouve dans les conditions suivantes :

A = 0m, 2010	a = 0mc, 0834	P′ = 46 498 k.s
L = 1m, 300	l = 0m, 927	ω = 2100 »
C = 0m, 350 (1)	c = 0m, 077	γ = 46m, 35

Le calcul montre que le travail moteur brut de cette machine est de 68 chev. 48, et que sa vaporisation est de 0 mcc 010257.

En supposant que chaque kilogramme de charbon produise six kilogrammes de vapeur, cette vaporisation représentera $\frac{10 \text{ k}. 25 \times 60}{6} =$ 102 k. 50 de charbon par heure ou environ 1 k. 50 par heure et par force de cheval-moteur brut.

Avec la même vaporisation, la même pression, le même petit cylindre dont la liberté peut être réduite à 0^{m}, 040, la surface du grand piston qui devient $\frac{0^{mc}0834 \times 0,927 \times 16.31}{1,300} = 0^{mc}, 9699$, pour

(1) On verra plus loin comment il est possible d'être amené à une valeur de C aussi considérable.

se trouver dans le cas du maximum d'effet, la liberté C, du grand cylindre, qui est réduite à 0^m, 024 par suite non seulement des nouvelles dimensions du grand cylindre, mais encore d'une modification dans la construction, et par suite, aussi, de la pression de fin d'expansion, qui va être égale à la pression de condensation, les courses restant les mêmes, le travail moteur brut est de 107,$^{chev.}$ 10, et il y a, par conséquent, un accroissement de 56, 4 pour cent sur le travail trouvé dans le premier cas.

Pour produire le même travail, ce serait une économie de combustible de 36, pour cent à réaliser.

On remarquera que la comparaison que je viens d'établir est faite entre deux machines du système de Woolf; que serait-ce donc s'il s'était agi de modifier une machine à un seul cylindre, marchant à condensation, mais sans détente ?

Une machine à vapeur à un seul cylindre, à condensation, sans détente, se trouve dans les conditions suivantes :

$a = 0^{mc}, 1800$	$s = 0^{mcc},010257$
$l = 1^m, 400$	$\gamma = 58^m,800$
$e = 0^m, 070$	$\omega = 2400$ k.^{s}

Le travail moteur qu'elle pourra fournir sera de 34 $^{chev.}$ 51 et sa consommation sera de 3 k. environ par heure et par force de cheval-moteur brut.

Si nous comparons ce travail avec celui trouvé par le nouveau système, pour une même vaporisation, nous voyons que l'accroissement est de

$$\frac{107,1 \times 100}{34,51} - 100 = 210 \text{ pour cent}$$

et qu'on pourrait réaliser, pour ne produire que le même travail, une économie de 67, 81 pour cent.

En résumé :

Avec une vaporisation donnée, une machine à un seul cylindre, à condensation, mais sans détente, marchant à la pression d'en-

viron 4 1/2 atmosphères, fournira un travail moteur brut représenté par 1,000

La même machine, à laquelle on substituerait des cylindres de Woolf dans les conditions pratiques ordinaires, fournirait, pour la même vaporisation et la même pression, un travail moteur brut de 1,981

Enfin, si l'on établissait ces mêmes cylindres dans le rapport convenable au maximum d'effet, sans détendre dans le petit cylindre, on obtiendrait un travail moteur brut de 3,100

J'en ai dit assez pour faire comprendre l'avantage de ce nouveau système, et je m'arrêterais là si, dans les calculs relatifs à cette question, je n'avais fait quelques remarques méritant d'être citées.

Première remarque.

Les volumes engendrés en une minute par les grands pistons de deux machines de Woolf, fonctionnant au maximum d'effet par la détente simple ou par la détente double, sont les mêmes (1), quelle que soit d'ailleurs la pression de la vapeur d'admission, si la résistance du condenseur et la vaporisation affectée au volume engendré, pendant l'admission, par le petit piston, ne changent pas.

Avec un peu d'habitude des formules sur la vapeur d'eau, on peut facilement se rendre compte de cette particularité ; dans tous les cas, en voici la preuve :

Je suppose, pour plus de simplicité, deux machines ayant les mêmes courses et fournissant le même nombre de tours par minute; il suffira alors de prouver que le grand cylindre, AL, de la première, est égal au grand cylindre A′L, de la seconde.

---

(1) On remarquera que ce n'est pas rigoureusement vrai, car il faut négliger le terme négatif de la formule de l'admission du maximum d'effet, pour que cela ait lieu. Mais ce terme est si petit que, pour la pratique, on peut très-bien admettre ce principe.

J'appelle s, la vaporisation totale de la machine par coup de piston ; s', la vaporisation nécessaire pour remplir la partie de l'espace libre du petit cylindre, exprimée par $ac - ac \dfrac{\frac{n}{q} + \omega}{\frac{n}{q} + P'}$. J'aurai, pour le volume engendré par le petit piston, pendant l'admission de la vapeur,

$al' = \dfrac{s - s'}{n + q P'}$ pour l'ancien système, ou la détente double ; et, en faisant $l' = l$

$al = \dfrac{s - s'}{n + q P''}$ pour le nouveau système, ou la détente simple.

Mais, d'après la formule de l'admission du maximum d'effet, l'on a

$$A L = al' \frac{n + q P'}{n + q \omega} \text{ pour la détente double, et}$$

$$A'L = al \frac{n + q P''}{n + q \omega} \text{ pour la détente simple.}$$

Remplaçant al' et al par leur valeur, il vient

$$AL = \frac{s - s'}{n + q P'} \frac{n + q P'}{n + q \omega}, \text{ et,}$$

$$A'L = \frac{s - s'}{n + q P''} \frac{n + q P''}{n + q \omega}, \text{ ou simplement,}$$

$$A L = \frac{s - s'}{n + q \omega}, \text{ et,}$$

$$A'L = \frac{s - s'}{n + q \omega}. \text{ Donc}$$

$AL = A'L$, ce qu'il fallait démontrer.

On prouverait de même que AL est le cylindre de toutes machines

à condensation, à un seul cylindre, marchant au maximum d'effet, à quelque pression que ce soit, dans lesquelles le nombre de tours par minute, la course, la résistance ω et la vaporisation sont les mêmes.

En effet, l'admission du maximum d'effet dans les machines à un seul cylindre, est, en négligeant le terme négatif,

$$l' = \frac{n + q\omega}{n + qP'}\, l \text{, d'où l'on tire}$$

$$\frac{al}{al'} = \frac{n + qP'}{n + q\omega}\text{, ou}$$

$$al = al' \frac{n + qP'}{n + q\omega}\text{;}$$

remplaçant al' par sa valeur $\frac{s - s'}{n + qP'}$, il vient

$$al = \frac{s - s'}{n + q\omega}$$

donc, $al = AL$, ce qu'il fallait démontrer.

Deuxième remarque.

La quantité de chaleur, contenue dans un kilogramme de vapeur, est à peu près la même à toutes les pressions en usage dans l'industrie, et l'on n'aperçoit pas, en pratique, de différence dans la quantité de combustible dépensé pour produire un poids de vapeur à cinq atmosphères plutôt qu'à deux atmosphères.

Il en résulte que si l'emploi de la vapeur était plus avantageux à une pression qu'à une autre, on pourrait la choisir.

J'ai donc cherché quels sont les travaux moteurs obtenus d'une même vaporisation, produisant le maximum d'effet à 1, 2, 3, 4, et 5 atmosphères, d'abord en faisant les espaces libres nuls; puis j'ai calculé ce que deviennent ces travaux en supposant $C = 0{,}012\,L$ et $c = 0{,}045\,l$. Des résultats j'ai formé le tableau suivant, en mettant dans la der-

nière colonne le déchet que font éprouver les espaces libres réduits à ce que je viens de dire.

PRESSIONS.	Tm, SANS ESPACES LIBRES.	T'm, AVEC ESPACES LIBRES.	DÉCHETS.
1 atmos.	58 chev. 4	56 chev. 3	3, 60 p. %
2 —	86, 9	82, 7	4, 83 —
3 —	104, »	98, »	5, 77 —
4 —	116, 2	108, 6	6, 54 —
5 —	125, 7	116, 5	7, 32 —

Je ferai observer que j'ai admis, pour toutes les pressions, la même capacité relative pour les espaces libres, ce qui me paraît désavantageux pour les fortes pressions ; cela explique peut-être pourquoi le déchet est plus grand à 5 atmosphères qu'à une pression moindre.

Malgré cela, si l'on compare le travail produit à 5 atmosphères à celui trouvé à une atmosphère, on est frappé de voir que, quoiqu'au maximum d'effet pour chaque pression, le travail, dans le premier cas, dépasse le double de celui obtenu dans le second cas, pour une même vaporisation. C'est-à-dire, que l'accroissement de travail à 5 atmosphères est de $\frac{1165 \times 100}{563} - 100 = 106,92$ pour cent, ce qui permettrait de réaliser, pour faire le même travail, une économie de

$$100 - \frac{100 \times 100}{206,92} = 51,68 \text{ pour cent.}$$

On voit par là l'immense avantage qu'il y a de fonctionner, non seulement au maximum d'effet, mais encore de choisir la plus grande pression possible pour la vapeur d'admission.

Troisième remarque.

Qu'est-ce que les espaces libres ?

L'auteur de la théorie de la machine à vapeur donne cette réponse :

« La liberté *c* est l'espace libre qui existe à chaque bout du cylin-
» dre, au-delà de la portion parcourue par le piston, et qui se rem-
» plit nécessairement de vapeur à chaque course ; cet espace, y com-
» pris les passages aboutissants, étant représenté par une longueur
» équivalente du cylindre. »

Cette définition des espaces libres est exacte pour les machines à un seul cylindre et pour les petits cylindres des machines de Woolf, dans lesquels l'admission de la vapeur est interceptée par le tiroir de distribution ; mais elle me paraît inexacte, 1.° pour les grands cylindres des machines de Woolf ; 2.° pour tous les autres cylindres dans lesquels la vapeur est interceptée par une soupape ou par une glissière séparée, contenue dans une boîte spéciale.

En effet, l'espace libre, soit du grand cylindre, s'il s'agit d'une machine de Woolf, soit d'un cylindre quelconque qui a deux boîtes à vapeur, se compose de deux parties : la première est celle qui s'étend, selon la définition, depuis le piston arrivé au bout le sa course, jusqu'à la table où glisse le premier tiroir. On fera donc la somme des capacités du cylindre, on en soustraira le volume engendré par le piston dans une course, et la moitié du volume restant, divisée par la surface du piston, représentera la première partie de la valeur de *c*.

Mais, il y a entre les deux tiroirs une capacité dans laquelle il reste de la vapeur à la fin de chaque course ; l'auteur n'en parle pas et je me demande ce qu'il faut en faire dans les calculs.

Il me semble que cette capacité, exprimée en mètres cubes, divisée par la surface du piston, doit toujours former la seconde partie de *c* ; mais, si l'on ne se trouve pas dans le cas du maximum d'effet, il reste à tenir compte, dans les calculs, soit de l'excès de la pression de fin d'expansion sur la pression ω de condensation, soit de l'infériorité de cette pression sur celle ω, selon que la détente est poussée en-deçà ou au-delà de la pression de condensation, et je laisse à une personne plus habile que moi le soin de cette rectification.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

MÉMOIRE

SUR LES LIMITES DES VITESSES QU'ON PEUT IMPRIMER AUX TRAINS DES CHEMINS DE FER,

SANS AVOIR A CRAINDRE LA RUPTURE DES RAILS.

Par M. MAHISTRE, Membre résidant.

Séance du 20 mars 1857.

1.° Des expériences faites à Portsmouth, par MM. Henry James, capitaine, et Douglas Galton, lieutenant de la marine royale, sur la flexion de barres de fonte faisant partie d'un chemin de fer sur lequel on faisait rouler un chariot (*), ont démontré que la flexion des barres était presque doublée par l'effet de la vitesse de la charge ; il est vrai que celle-ci était considérable par rapport aux dimensions des pièces employées. Mais je ne sache pas qu'on ait cherché les relations qui lient ensemble, le poids de la charge, sa vitesse et la flexion des barres, quand cette flexion ne doit pas dépasser les limites de l'élasticité. *Déterminer ces relations; en déduire la limite de la vitesse relative à une charge donnée pesant sur les rails ; en conclure la charge maxima des essieux d'une machine destinée à*

(*) Ces expériences sont rapportées et discutées dans le Traité de la Résistance des Matériaux de M. le général Morin, 2.e édition, page 364.

marcher avec une vitesse donnée, tel est le but que je me suis proposé dans ce travail.

On sait que les rails des chemins de fer ont généralement pour profil un double T, dont les nervures sont arrondies. Ces rails sont portés ordinairement, par des coussinets en fonte assujettis sur des traverses de bois; ces coussinets présentent une échancrure dans laquelle entre très-exactement l'une des nervures inférieures du T, tandis que du côté opposé, un coin logé dans la cavité du rail, et engagé à coups de marteaux, complète la fixation de celui-ci. Il résulte de cette disposition, que la portion du rail située dans le coussinet, peut être regardée, avec une approximation suffisante, comme ne pouvant fléchir pendant le passage des trains. Dès-lors, chaque segment, compris entre deux coussinets consécutifs, peut être supposé fixement encastré, et isolé du reste de la voie. Cela posé, nommons :

$4P$ le poids de la partie de la locomotive qui pèse sur les deux roues les plus chargées,

$2F$ la force centrifuge relative au poids $4P$, et qui se développe par l'effet de la flexion des rails,

r le rayon de courbure de la courbe décrite par le centre de gravité de la charge $4P$,

h la distance verticale de ce centre de gravité au plan de la voie,

V sa vitesse de translation en une seconde,

$2c$ la portion de rail comprise entre-deux coussinets consécutifs,

E le coefficient d'élasticité de la matière des rails,

f la flexion de la *portée* $2c$, au moment où la roue la plus chargée de la machine pèse sur le milieu.

D'après les formules connues sur la flexion des matériaux, et la manière d'évaluer la force centrifuge sur un corps de forme quelconque, homogène ou hétérogène (voir notre théorie de la force centrifuge, dans les mémoires de la Société de Lille, année 1855, 2.e série, tome II), l'on a d'abord, en négligeant le poids du rail $2c$ supposé parvenu à son état d'équilibre permanent quand la roue arrive au milieu

$$(1)\ldots\quad \begin{cases} \left(P + \frac{1}{2} F\right)\left(r + h\right) = \frac{E i}{c}, \\ F = \frac{2 P}{g} \frac{V^2}{r}. \end{cases}$$

La quantité i, qui entre dans la 1[re] de ces équations, est le moment d'inertie de la section transversale du rail, pris par rapport à l'horizontale menée par le milieu de la hauteur, dans le plan de la section ; et ce moment d'inertie a pour valeur, en négligeant la partie courbe des nervures,

$$(2)\ldots\quad i = \frac{1}{12}\left(a b^3 - 2 a' b'^3\right).$$

a et b désignent la largeur et la hauteur du rail, a' et b' la largeur horizontale d'une nervure, et la distance verticale entre les faces inférieures des deux nervures. (Voir la figure p. 268.)

Soit aussi S l'effort de compression ou d'extension que la matière des rails peut supporter avec sécurité, et rapporté au mètre carré, l'on aura

$$(3)\ldots\quad 2 S i = c b\left(P + \frac{1}{2} F\right).$$

(Voir l'ouvrage cité plus haut, page 234.)

Cherchons maintenant la flexion du rail quand la roue arrive au milieu. Si l'on nomme ω la vitesse angulaire, à un instant donné, et que $r + h$ soit le rayon de courbure au point du rail que touche la roue à cet instant, la vitesse V sera

$$V = r \omega,$$

car la charge 4P tourne autour d'un axe instantané, mené par le centre de courbure, parallèlement à l'essieu. Mais on peut regarder le roulement comme se faisant dans la courbe enveloppe du rail déformé successivement par la pression de la roue ; donc $r + h$ est aussi le rayon de courbure dans cette courbe. D'un autre côté les vitesse V et ω restent sensiblement constantes pendant le parcours de l'arc $2c$, par conséquent l'on a aussi

$$r = \text{constante},$$

ce qui démontre que l'*enveloppe du rail est un arc de cercle.* Alors si l'on néglige le carré de la flexion, on aura

$$(4)\ldots \qquad f\left(r + h\right) = \frac{1}{2} c^2. \ (*)$$

En combinant ensemble la 1.re des équations (1) avec les deux relations (3) et (4), on trouve sans peine, pour la flexion que le rail peut supporter avec sécurité,

$$(5)\ldots \qquad f = \frac{S}{E}\frac{c^2}{b}.$$

Les équations (1), (4), (5) serviront à déterminer les quatre inconnues

$$r, V, F, f.$$

En les résolvant, on trouve, successivement

$$(6)\ldots \qquad r = \frac{1}{2}\frac{E}{S} b - h,$$

(*) Quand la charge agit au repos sur le milieu de la portée $2c$, l'on a $f(r + h) = \frac{1}{3} c^2$. (Voir l'ouvrage déjà cité, page 361.)

$$(7)\ldots \quad V=\sqrt{g\left(\frac{2\,S\,i}{c\,P\,b}-1\right)\left(\frac{1}{2}\,\frac{E}{S}\,b-h\right)},$$

$$(8)\ldots \qquad F=\frac{2\,P}{g}\,\frac{V^2}{r},$$

$$(9)\ldots \qquad f=\frac{S}{E}\,\frac{c^2}{b}.$$

Si la vitesse du train est donnée, on en conclura sans peine la limite supérieure P du quart de la charge maximâ, par essieu de la locomotive, savoir :

$$(10)\ldots \qquad P=\frac{\left(E-2\,S\,\frac{h}{b}\right)i}{c\left(\frac{V^2}{g}+\frac{1}{2}\,\frac{E}{S}\,b-h\right)}.$$

Si dans cette formule on fait $V=o$, il vient

$$(11)\ldots \qquad P=\frac{\left(E-2\,S\,\frac{h}{b}\right)i}{c\left(\frac{1}{2}\,\frac{E}{S}\,b-h\right)}.$$

P étant le quart de la charge maximâ, par essieu, en multipliant cette valeur par 12, on aura la limite supérieure du poids de la locomotive. De sorte que l'équation (10) fera connaître la limite des charges, par essieu, de toutes les machines destinées à marcher à la vitesse V sur une ligne de fer donnée, et l'équation (11), la limite analogue, pour toutes les machines desservant la même ligne.

On voit que ces limites seront d'autant plus grandes que les quantités a et b seront elles-mêmes plus grandes, et a', b' plus petites, ce qui d'ailleurs est évident de lui-même.

Si l'on fait $h = o$ dans la formule (7), (10) et (11), elles deviennent, respectivement,

$$(12)\ldots \qquad V = \sqrt{g\left(\frac{E\,i}{c\,P} - \frac{1}{2}\,\frac{E}{S}\,b\right)},$$

$$(13)\ldots \qquad P = \frac{E\,i}{c\left(\frac{V^2}{g} + \frac{1}{2}\frac{E}{S}\,b\right)},$$

$$(14)\ldots \qquad P = \frac{2\,S\,i}{c\,b};$$

lesquelles seront suffisamment exactes pour la pratique.

APPLICATION DE LA THÉORIE PRÉCÉDENTE AU CHEMIN DE FER DU NORD.

2. J'ai mesuré les dimensions du profil d'un rail, pris sur la ligne de Calais à Paris, à son croisement avec la voie belge, à Lille, et j'ai trouvé, en négligeant la partie courbe des nervures. (Voir la figure.)

$$a = 0^{m},061$$
$$b = 0^{m},130$$
$$a' = 0^{m},021$$
$$b' = 0^{m},091.$$

Au moyen de ces valeurs, la formule (2) donne

$$i = 0{,}0000085306;$$

Et en tenant compte, approximativement, de la partie courbe des nervures

$$i = 0{,}0000096177.$$

J'ai mesuré également l'un des plus longs segments de rails, et j'ai trouvé, pour la distance entre les origines de l'encastrement sur les coussinets

$$2\,c = 1^{m},10.$$

Mais pour le fer en barres, moyen,

$$E = 20.000.000.000.^{\text{kilog.}}$$

$$S = 13.500.000.^{\text{kilog.}}$$

Cette valeur de S est à peu près celle qui répond à la limite de l'élasticité naturelle du métal. A l'aide de ces valeurs, la formule approchée (14) donne

$$4\,P = 14324.^{\text{kilog.}}$$

Si l'on multiplie ce nombre par 3, on aura la limite des poids que ne devront pas dépasser, sans imprudence, les machines de la ligne du Nord, c'est-à-dire

$$12\,P = 42972.^{\text{kilog.}}$$

3. Prenons maintenant

$$V = 22^{m},222.$$

Ce qui répond à une vitesse de 20 lieues à l'heure.
Au moyen de cette valeur, la formule (16) donne

$$4\,P = 9450^{\text{kilog.}}$$

Et pour la limite des poids des machines marchant à la vitesse ci-dessus

$$12\,P = 28350.^{\text{kilog.}}$$

4. Supposons enfin

$$P = 2576^{\text{kilog.}}\ (*)$$

On trouve, alors, par la formule approchée (12)

$$V = 19^{m},36\text{, ou } 17,424 \text{ lieues à l'heure.}$$

Les formules (6), (8), (9) donnent aussi, pour les autres inconnues du problème, et en faisant $h = o$ dans la 1[re]

$$r = 97^{m},69$$

$$F = 2015^{\text{kilog.}}$$

$$f = 0^{m},0015.$$

Nous ferons remarquer que les formules précédentes, à l'exception de la formule (2) conviennent à tous les profils, pourvu qu'on prenne pour b, le double de la distance de la face supérieure du rail, au centre de gravité de la section transversale.

On pourra prendre aussi, à volonté, les quantités

$$P,\ V,\ C.$$

Alors l'équation (2) servira à déterminer les éléments linéaires du profil des rails, pourvu qu'on se donne, en même temps, les rapports

$$\frac{a}{b},\ \frac{b'}{b},\ \frac{a'}{a}.$$

(*) Cet exemple se rapporte à la machine Crampton N.° 144, de la ligne du Nord.

COMPARAISON DES RÉSULTATS DE LA THÉORIE AVEC CEUX DE LA PRATIQUE.

5. ***Tableau des charges, par nature, de quelques machines de la ligne du Nord.***

NUMÉROS DES MACHINES.	1.er ESSIEU	2.e ESSIEU.	3.e ESSIEU.	POIDS TOTAL.
	kil.	kil.	kil.	kil.
293. Grosse creusot, machine à marchandises..	12440	12400	7000	31840
412. Idem.	11050	11730	8625	31405
144. Machine Crampton..................	10150	7275	10305	27730
224. Machine à marchandises	9065	8100	8900	26065
204. Idem.	8610	7360	7050	23020
73. Machine à voyageurs..................	7940	9690	4000	21630
56. Idem.........	7505	9670	4050	21225
58. Petite machine à voyageurs............	7930	1010	4040	12980

On peut remarquer que toutes les charges consignées dans ce tableau sont d'accord avec les limites du N.° 2.

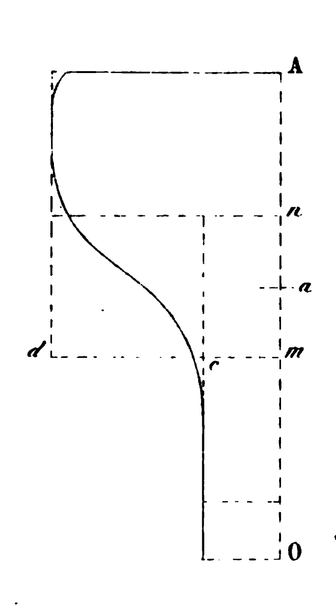
Les machines N.os 144, 73, 56 ne pourraient marcher, sans imprudence, à la vitesse de 20 lieues à l'heure.

Pour la 1.re de ces trois machines, cette vitesse ne doit pas dépasser 17,424 lieues.

CONCLUSION.

Quoique l'etat actuel de la science ne nous ait pas permis de tenir compte du temps nécessaire à la flexion pour se produire, les formules précédentes n'en seront pas moins utiles dans la pratique, soit pour diriger les constructeurs dans la répartition de la charge sur les essieux des locomotives, soit pour régler la vitesse des machines d'une même ligne, de manière à assurer la conservation de la voie.

DEMI PROFIL DE LA MOITIÉ SUPÉRIEURE DU RAIL.



$$OA = \frac{1}{2} b \qquad a = 0^m,061$$

$$CD = a' \qquad b = 0^m,130$$

$$md = \frac{1}{2} a \qquad a' = 0^m,021$$

$$on = \frac{1}{2} b' \qquad b' = 0^m,091$$

$$i = \frac{1}{12}\left(a b^3 - 2 a' b'^3\right).$$

$$\delta i = \frac{1}{6} a'.\overline{mn}^3 + 2 a'.mn.\overline{Oa}^2.$$

$$i = 0{,}0000085306$$

$$\delta i = 0{,}0000010871$$

$$i + \delta i = 0{,}0000096177$$

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

MÉMOIRE

SUR LE TRAVAIL DE LA VAPEUR

DANS LES CYLINDRES DES MACHINES,

EN TENANT COMPTE DE TOUS LES ESPACES LIBRES DU SYSTÈME DISTRIBUTEUR.

Par M. MAHISTRE, Membre résidant.

Séance du 19 juin 1857.

MACHINES DE WOLF.

1. Dans un travail inséré dans les Mémoires de la Société des Sciences de Lille (année 1855, 2.e série, 2.e vol., page 221), j'ai donné les principales formules de la théorie des machines à vapeur, en tenant compte de la vapeur que chaque coup de piston laisse dans les espaces libres des cylindres. Je viens aujourd'hui compléter ce premier travail, en ayant égard à l'influence de tous les espaces libres du système distributeur.

Pour l'intelligence de ce qui va suivre, je rappellerai qu'un volume S d'eau à 100° (S exprime des mètres cubes) fournit un volume S′ de vapeur au maximum de densité, lequel est donné par la formule :

$$(1)\ldots \qquad S' = \frac{S}{n + q\,P};$$

P étant la pression de la vapeur en kilog. par mètre carré ; les coefficients n et q ayant les valeurs suivantes :

Jusqu'à deux atmosphères environ

$$\begin{cases} n = 0{,}00004227 \\ q = 0{,}0000000529. \end{cases}$$

Au-dessus de deux atmosphères

$$\begin{cases} n = 0{,}0001421 \\ q = 0{,}0000000711. \end{cases}$$

Le premier système de valeurs convient particulièrement aux machines à condensation, le deuxième aux machines sans condensation.

Maintenant je nomme

l et l_1 les courses des pistons du petit et du grand cylindre ;

z la hauteur du petit piston à un instant quelconque, comptée de l'extrémité du cylindre par où arrive la vapeur ;

a et a_1 les sections droites des deux cylindres :

c et c_1 les libertés des deux cylindres ;

β le volume de la boîte à vapeur du petit cylindre, en y comprenant la capacité du conduit que le mécanisme de la détente ouvre et ferme alternativement, ce volume étant diminué du volume extérieur du tiroir ;

β_1 le volume de la boîte à vapeur du deuxième cylindre, en y comprenant la capacité du tuyau de communication des deux boîtes ;

θ et θ_1 les moyennes des volumes des conduits qui font communiquer chaque cylindre avec la boîte à vapeur correspondante ;

P la pression dans le cylindre avant la détente ;

ϖ la pression dans le condenseur, et plus généralement derrière le piston du grand cylindre ;

p la pression pendant la détente dans les deux cylindres ;

p' la pression dans le petit cylindre pendant la détente ;

π la pression à la limite d'expansion dans les deux cylindres ;

π' la pression à la limite d'expansion dans le petit cylindre, du côté par où arrive la vapeur ;

toutes ces pressions exprimant des kilogrammes et étant rapportées au mètre carré. — Cela posé, on remarquera qu'après chaque coup de piston, il reste

1.° De la vapeur à la pression ϖ dans l'espace libre $a_1 c_1$ du grand cylindre, ainsi que dans le tuyau θ_1 ;

2.° De la vapeur à la pression π dans la boîte β_1, ainsi que dans le tuyau θ ;

3.° De la vapeur à la pression π' dans la boîte B. Alors la vapeur admise dans le système distributeur par l'orifice de la détente, prendra des volumes qui auront pour valeurs :

A la fin de l'admission

$$(2\ldots)\quad S' = a(l' + c) - ac\,\frac{n + q\pi}{n + qP} + \theta - \theta\,\frac{n + q\pi}{n + qP} + \beta - \beta\,\frac{n + q\pi'}{n + qP} ;$$

Pendant la détente dans les deux cylindres,

$$(3)\ldots\quad S'' = a(l + 2c - z) + a_1 c_1 + \frac{a_1 l_1}{l}(z - c) - ac\,\frac{n + q\pi}{n + qp} - a_1 c_1\,\frac{n + q\varpi}{n + qp} + \theta - \theta\,\frac{n + q\pi}{n + qp} + \beta_1 - \beta_1\,\frac{n + q\pi}{n + qp} + \theta_1 - \theta_1\,\frac{n + q\varpi}{n + qp}.$$

l'on a également

$$S' = \frac{S}{n + qP},$$

$$S'' = \frac{S}{n + qp},$$

d'où l'on tire

$$(4)\ldots\qquad p = \frac{S'}{S''}\left(\frac{n}{q} + P\right) - \frac{n}{q}.$$

En substituant dans cette équation les valeurs précédentes de S′ et de S″ on trouve

$$(5)\ldots\ p=\frac{\left(\frac{n}{q}+\mathrm{P}\right)\left[a\,l'+ac+\beta+\theta\right]+(a_1c_1+\theta_1)\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)+\beta_1\left(\frac{n}{q}+\pi\right)-\beta\left(\frac{n}{q}+\pi'\right)}{a\,(l+2\,c-z)+a_1c_1+\frac{a'l_1}{l}(z-c)+\theta+\beta_1+\theta_1}-\frac{n}{q}$$

Relativement au petit cylindre l'on a pareillement

$$(6)\ldots\qquad p'=\left(\frac{n}{q}+\mathrm{P}\right)\frac{a\,l'+ac+\beta+\theta}{a\,z+\beta+\theta}-\frac{n}{q}\,.$$

En faisant dans ces deux formules

$$z=l+c\,,$$

on obtient la pression aux deux limites d'expansion, savoir :

$$(7)\ldots\ \pi=\frac{\left(\frac{n}{q}+\mathrm{P}\right)\left[a\,l'+ac+\beta+\theta\right]+(a_1c_1+\theta_1)\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)-\beta\left(\frac{n}{q}+\pi'\right)}{a_1\,l_1+a_1\,c_1+a\,c+\theta+\theta_1}-\frac{n}{q}.$$

$$(8)\ldots\qquad \pi'=\left(\frac{n}{q}+\mathrm{P}\right)\frac{a\,(l'+c)+\beta+\theta}{a\,l+a\,c+\beta+\theta}-\frac{n}{q}\cdot$$

Si l'on substitue dans (7) la valeur de π', on obtient

$$(9)\ldots\ \pi=\frac{\left(\frac{n}{q}+\mathrm{P}\right)\left[a\,l'+ac+\beta+\theta\right]\left[a\,l+a\,c+\theta\right]+(a_1c_1+\theta_1)\left[a\,l+a\,c+\beta+\theta\right]\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)}{\left[a_1\,l_1+a_1\,c_1+ac+\theta+\theta_1\right]\left[a\,l+ac+\beta+\theta\right]}-\frac{n}{q}$$

On trouve ensuite, par des intégrations faciles, que le travail total relatif à une course des pistons a pour valeur

$$(10)\ldots\quad Rh=\left(\frac{n}{q}+P\right)\left[a\,l'+(al'+ac+\beta+\theta)\log\frac{al+ac+\beta+\theta}{al'+ac+\beta+\theta}\right.$$
$$\left.+a(l'+c)\log\frac{ac+a_1(l_1+c_1)+\mu}{a_1c_1+a(l+c)+\mu}\right]-a_1\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)\left(l_1-c_1\log\frac{ac+a_1(l_1+c_1)+\mu}{a_1c_1+a(l+c)+\mu}\right)$$
$$+\lambda\log\frac{ac+a_1(l_1+c_1)+\mu}{a_1c_1+a(l+c)+\mu};$$

dans laquelle nous avons fait pour abréger

$$\lambda=\left(\frac{n}{q}+P\right)\left(\beta+\theta\right)+\beta_1\left(\frac{n}{q}+\pi\right)+\theta_1\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)-\beta\left(\frac{n}{q}+\pi'\right),$$
$$\mu=\theta+\beta_1+\theta_1;$$

Dans la même formule R est la charge moyenne totale de la machine, h le chemin décrit par son point d'application sur le balancier; la force R est supposée parallèle aux pistons.

Par conséquent, si l'on nomme V la vitesse moyenne du petit piston en une minute, le travail relatif à cet intervalle de temps sera, en kilogrammètres

$$(11)\ldots\quad T_m=\frac{V}{l}\left(\frac{n}{q}+P\right)\left[a\,l'+(al'+ac+\beta+\theta)\log\frac{al+ae+\beta+\theta}{al'+ac+\beta+\theta}\right.$$
$$\left.+a(l'+c)\log\frac{ac+a_1(l_1+c_1)+\mu}{a_1c_1+a(l+c)+\mu}\right]-a_1\frac{V}{l}\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)\left(l_1-c_1\log\frac{ac+a_1(l_1+c_1)+\mu}{a_1c_1+a(l+c)+\mu}\right)$$
$$+\frac{V}{l}\lambda\log\frac{ac+a_1(l_1+c_1)+\mu}{a_1c_1+a(l+c)+\mu}.$$

Pareillement, en multipliant par $\frac{V}{l}$ le deuxième membre de l'équation (2), et remplaçant ensuite S' par sa valeur

$$S'=\frac{S}{n+q\,P},$$

(S étant actuellement le volume d'eau dépensé en une minute), on

aura la vaporisation mécanique de la machine, savoir :

$$(12).\ S = \frac{V(n+qP)}{l}\,\frac{(al'+ac+\beta+\theta)\,(al+ac+\theta)\,(a_1l_1+a_1c_1+\theta_1) - (ac+\theta)(a_1c_1+\theta_1)\,(al+ac+\beta+\theta)\,(n+q\ldots}{(a_1l_1+a_1c_1+ac+\theta+\theta_1)\,(al+ac+\beta+\theta)}$$

Maintenant, si dans l'équation (9) on fait $\pi = \varpi$, et qu'on résolve l'équation résultante par rapport à l', on aura la course d'admission pour laquelle la force motrice disponible de la vapeur, se sera épuisée par son action mécanique dans les cylindres ; on obtient de la sorte

$$(13)\ldots\ l' = \frac{a_1}{a}\,\frac{n+q\varpi}{n+qP}\,l_1\left(1+\frac{ac+\theta}{a_1l_1}\right)\frac{al+ac+\beta+\theta}{al+ac+\theta} - \frac{\beta+\theta}{a} - c\,.$$

Enfin, les charges moyennes des pistons du petit et du grand cylindre seront données par les formules

$$(14)\ldots\ aR' = \frac{1}{l}\left(\frac{n}{q}+P\right)\left[al' + (al'+ac+\beta+\theta)\,\log\frac{al+ac+\beta+\theta}{al'+ac+\beta+\theta}\right.$$

$$\left. - a\,\frac{a(l'+c)\left(\frac{n}{q}+P\right)+a_1c_1\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)+\lambda}{a_1l_1-al}\,\log\frac{ac+a_1(l_1+c_1)+\mu}{a_1c_1+a(l+c)+\mu}\right],$$

$$(15).\ a_1R_1 = a_1\,\frac{a(l'+c)\left(\frac{n}{q}+P\right)+a_1c_1\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)+\lambda}{a_1l_1-al}\,\log\frac{ac+a_1(l_1+c_1)+\mu}{a_1c_1+a(l+c)+\mu} - a_1\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)$$

MACHINES A UN SEUL CYLINDRE.

2. Pour les machines à un seul cylindre, on trouve des formules analogues aux précédentes, mais beaucoup plus simples. Ainsi le travail par minute, et la vaporisation correspondante, ont pour valeurs

$$T_m = \frac{V}{l}\left(\frac{n}{q}+P\right)\left[al' + (al' + ac + \beta + \theta) \log \frac{al + ac + \beta + \theta}{al' + ac' + \beta + \theta}\right] - \frac{V}{l}\, al\left(\frac{n}{q} + \varpi\right).$$

$$)\ldots\ S = \frac{V}{l}\,\frac{(n+qP)(al'+ac+\beta+\theta)(al+ac+\theta) - (ac+\theta)(al+ac+\beta+\theta)(n+q\varpi)}{al+ac+\beta+\theta}.$$

En faisant $\pi' = \varpi$ dans l'équation (8) du numéro précédent, et résolvant ensuite l'équation résultante par rapport à l', on aura la course d'admission du maximum d'effet, du moins à très-peu près, savoir :

$$(3)\ldots\quad l' = \frac{n + q\varpi}{n + qP}\, l\left(1 + \frac{c}{l} + \frac{\beta+\theta}{al}\right) - \frac{\beta+\theta}{a} - c.$$

On voit combien la considération des espaces libres complique la théorie des machines à vapeur. Malheureusement il n'est pas possible de les négliger tous dans la pratique.

3. Il est encore un élément dont nous n'avons pas tenu compte dans nos formules, je veux parler de l'influence due au volume variable que la tige de chaque piston occupe dans le cylindre où il se meut; il est évident, en effet, que les deux coups de pistons faits par la vapeur arrivant du côté de la tige, ou du côté opposé, ne sont pas identiques. Pour avoir égard à ce nouvel élément perturbateur, il suffira de remplacer partout

$$a\ldots \text{ par } a - \tfrac{1}{2}\alpha,$$
$$a_1\ldots \text{ par } a_1 - \tfrac{1}{2}\alpha_1;$$

α et α_1 étant les sections droites des tiges des pistons du petit et du grand cylindre.

4. Le travail qui précède me semble avoir rendu complètes les formules sur la machine à vapeur, du moins tant qu'on fait abstraction des condensations qui se font pendant la détente (*). Toutefois, nous ferons remarquer que les valeurs expérimentales des coefficients *n* et *q* n'ont peut-être pas toute la précision désirable, surtout au point de vue de la science, à cause des pressions très-diverses de la vapeur dans son trajet à travers les organes de la machine.

(*) Dans un prochain mémoire, nous aurons égard à ce nouvel élément perturbateur.

MEMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES,
DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

NOTE

SUR UNE AMÉLIORATION A INTRODUIRE DANS LE RÉGIME ÉCONOMIQUE DES MACHINES A VAPEUR DU SYSTÈME DE WOLF.

Séance du 21 août 1857.

La plupart des constructeurs de machines à vapeur ne donnent pas de la détente dans le petit cylindre des machines de Wolf, ou s'ils en donnent, ils le font avec une réserve excessive. Cependant il y a là une amélioration importante à réaliser, ainsi qu'on le verra ci-après.

Le calcul démontre que pour chaque pression dans le cylindre avant la détente, l'élasticité de la vapeur, au moment où elle va se condenser, diminue avec la course d'admission jusqu'à pouvoir devenir égale à la pression derrière le grand piston. La course d'admission qui fera sortir la vapeur du grand cylindre sous la pression dans le condenseur, sera par conséquent, à très peu près, ***la course d'admission du maximum d'effet***. Si l'on néglige les volumes des boîtes à vapeur, et conduits aboutissants, cette course d'admission a pour valeur :

$$(1) \ldots \quad l' = \frac{a_1}{a}\,\frac{n+q\varpi}{n+qP}\,l_1 - c\left(1-\frac{n+q\varpi}{n+qP}\right).$$

(Voir notre mémoire sur le travail de la vapeur, en tenant compte de tous les espaces libres du système distributeur.)

Considérons maintenant une machine fonctionnant sous des conditions données de vitesse et de pression. Si on la met à la détente du maximum d'effet, et qu'on suppose qu'on puisse faire varier la vitesse à volonté, *on aura évidemment plus de force pour la même dépense de combustible, ou bien moins de dépense pour la même quantité de force*. Cela posé, *une machine à vapeur étant donnée, je me propose d'en construire une autre marchant à la même vitesse, et faisant* :

Le même travail avec moins de dépense, ou plus de travail avec la même dépense.

A cet effet, je prendrai pour terme de comparaison la machine de M. Cox, filateur à la Louvière-lez-Lille.

DIMENSIONS DE LA MACHINE.

Rayon du petit cylindre.	$r = 0^m,17$
Rayon du grand cylindre.	$r_1 = 0^m,276$
Section droite du petit cylindre . .	$a = 0^{mq},0908$
Section droite du grand cylindre . . .	$a_1 = 0^{mq},2393$
Course du piston du petit cylindre. . .	$l = 1^m,06$
Course du piston du grand cylindre . .	$l_1 = 1^m,521$
Liberté du petit cylindre.	$c = 0^m,08$
Liberté du grand cylindre.	$c_1 = 0^m,08$
Pression dans le petit cylindre par mètre carré.	$P = 36172^{kil} = 3\frac{1}{2}$ atm.
Pression dans le condenseur par mètre carré.	$\varpi = 2176^{kil} = \frac{1}{15}$ atm.
Vitesse moyenne (par minute) du piston du petit cylindre	$V = 55^m,12$ ou 26 tours.

Nous rappellerons avant d'aller plus loin, que le travail total (en kilogrammètres), et la vaporisation par minute (exprimée en mètres cubes), d'une machine de Wolf, sont donnés par les formules.

$$(2)\ldots\quad T_m = \frac{a\,V}{l}(l'+c)\left(\frac{n}{q}+P\right)\left(\frac{l'}{l'+c}+\log\frac{l+c}{l'+c}+\log\frac{a\,c+a'(l_1+c_1)}{a_1c_1+a(l+c)}\right)$$
$$-\frac{a_1V}{l}\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)\left(l_1-c_1\log\frac{a\,c+a_1(l_1+c_1)}{a_1\,c_1+a\,(l+c)}\right),$$

$$(3)\ldots\quad S=\frac{a\,V}{l}\;\frac{(l'+c)(n+q\,P)\,a_1\,(l_1+c_1)-a_1\,cc_1(n+q\,\varpi)}{a\,c+a_1(l_1+c_1)}.$$

dans lesquelles on a négligé les volumes des boîtes à vapeur et conduits aboutissants (voir le mémoire cité plus haut).

Si, dans ces deux formules on substitue les données précédentes, on trouve les résultats suivants :

Force de la machine. . . . . $= 80^{ch},565$,

Vaporisation par heure. . . . . $= 619^{kil},8$.

En admettant qu'un kilog. de charbon produise 6 kilog. de vapeur, l'on a :

Consommation de combustible par heure. . $= 103^{kil},3$.

l'expérience donne 111 kilogrammes environ.

Adoptons maintenant pour la nouvelle machine :

Les mêmes courses des pistons,

Les mêmes libertés des cylindres,

Les mêmes rapports entre les sections des cylindres, et supposons de plus qu'on fasse travailler la machine sous la pression de cinq atmosphères dans le petit cylindre avant la détente. Si l'on réduit la formule (1) à son premier terme, on trouve d'abord :

$$l' = 0^m,2273.$$

L'on a ensuite pour déterminer a et a_1, 1.° l'équation :

$$(4)\ldots\quad \frac{a}{a_1} = 0,3794 = \varepsilon,$$

2.° L'équation (2) qu'on peut écrire sous la forme ;

$$(5)\ldots\quad M\,a - N\,a_1 = T_m.$$

De là on tire :

$$(6)\ldots\quad \begin{cases} a = \dfrac{\varepsilon\, T_m}{M\,\varepsilon - N} \\[2ex] a_1 = \dfrac{T_m}{M\,\varepsilon - N}. \end{cases}$$

Mais ici

$\varepsilon = 0{,}3794,\ T_m = 362\ 543,\ M = 2690\ 540,\ N = 220\ 957$;

partant

$$a = 0^{mq},1720,\ \text{d'où}\ r = 0^{m},234\ ;$$
$$a_1 = 0^{mq},4533,\ \text{d'où}\ r_1 = 0^{m},380.$$

on obtient ensuite par la formule (3)

Vaporisation par heure. . . . . = $448^{kil},83$,
Économie d'eau par heure. . . = 171^{kil}, environ 27 °/₀.

Dans le deuxième cas, les valeurs de a et a_1 se déduiraient des formules (3) et (4). Les sections a et a_1 étant connues, la formule (2) ferait connaître ensuite la force.

Ainsi la nouvelle machine, sous les conditions de pression et de détente que nous lui avons assignées, mènerait la manufacture de M. Cox avec une économie de combustible de 27 °/₀ environ.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES,
DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

NOTE

SUR LE CALCUL DE LA VAPORISATION

D'UNE MACHINE A VAPEUR, TRAVAILLANT A LA DÉTENTE DU MAXIMUM D'EFFET,

Par M. MAHISTRE, Membre résidant,

Séance du 18 septembre 1857.

Dans notre mémoire sur le travail de la vapeur, présenté à la Société des Sciences de Lille, le 19 juin dernier, nous avons donné la valeur de la course d'admission qui fait sortir la vapeur d'une machine sous la pression de condensation, ou sous la pression atmosphérique, quand la machine ne condense pas, et cela quelle que soit la pression pendant l'admission de la vapeur dans le cylindre.

Cette course d'admission est aussi, à très-peu près, la course d'admission du maximum d'effet.

Lorsque l'admission de vapeur est telle qu'il vient d'être dit, *la vaporisation mécanique d'une machine à un seul cylindre est la même que si, dépourvue d'espaces libres, elle travaillait à pleine vapeur, sous la pression qui s'exerce derrière le piston.* Le même énoncé convient aussi aux machines de Wolf, supposées réduites à

leur grand cylindre. Pour démontrer la proposition qui précède. considérons une machine à condensation. Le piston étant arrivé à la limite de sa course, la vapeur a, par hypothèse, la même élasticité que la vapeur du condenseur; par conséquent, elle ne pourra, d'elle-même, se précipiter dans celui-ci, puisque la pression y est la même que dans le cylindre. Elle sera donc refoulée uniquement par le mouvement du piston, lequel ne pourra chasser qu'un volume de vapeur, égal au volume qu'il engendre. C. Q. F. D.

Il suit de là que si l'on nomme a la section droite du cylindre, l la course du piston, ϖ la pression derrière le piston en kilogrammes par mètre carré, n et q des coefficients constants, N et S le nombre des courses, et la vaporisation en une minute, (S exprime des mètres cubes), on aura :

$$(1)\ldots \qquad S = al\,N\,(n + q\,\varpi).$$

Cette relation convient aussi aux machines de Wolf, pourvu que a et l se rapportent au grand cylindre.

La formule (1) est aussi une conséquence des formules générales sur la machine à vapeur.

Le plus ordinairement, l'indicateur du vide marque 60 centimètres, ce qui répond à une pression de $\frac{4}{19}$ d'atmosphère ; on aura donc : $\varpi = 2176$ kilog.; et comme pour les petites pressions

$$n = 0{,}00004227, \quad q = 0{,}0000000529,$$

la formule (1) devient simplement

$$(2)\ldots \qquad S = (0^{mc}{,}00015738)\,al\,N.$$

si la machine ne condense pas $\varpi = 10335$ kilog., et la formule (1) donne

$$(3)\ldots \qquad S = (0^{mc},00058899)\, al\, N.$$

Si dans les formules (2) et (3) on fait

$$al = 1^{mc}, \quad N = 1,$$

on trouve :

Pour les machines à condensation

$$S = 0^{mc},00015738;$$

Pour les machines sans condensation

$$S = 0^{mc},00058899.$$

Par conséquent, *sous la détente du maximum d'effet répondant à une pression quelconque, une machine à vapeur aussi quelconque, dépensera, à très-peu près, par course de piston, et par mètre cube de volume engendré en une course, environ* 15 *centilitres et demi d'eau, si elle est à condensation. La dépense sera d'environ* 59 *centilitres (un peu moins du quadruple), si la machine ne condense pas.* Mais il doit être entendu que *le volume engendré* doit se mesurer dans le cylindre où se fait l'expansion définitive de la vapeur.

Quant à la force qu'on obtiendra pour une vitesse, et par conséquent pour une dépense donnée, elle croîtra avec la pression d'admission, et se calculera sans difficulté.

Si la machine est donnée, ainsi que la force qu'on veut produire, on déduira la vitesse de l'équation du travail (voir le mémoire déjà cité) et la dépense de la formule (1) ci-dessus.

Si l'on veut construire une machine d'une force donnée, et devant

marcher à une vitesse aussi donnée; si par exemple elle est du système de Wolf, on choisira à volonté le rappprt des sections des deux cylindres; alors, cette relation, combinée avec l'équation du travail fera connaître ces deux sections. Quant à la vaporisation, elle s'obtiendra comme il a été dit plus haut.

Si l'on considère combien est minime la dépense, par coup de piston, d'une machine marchant à la détente qui fait sortir la vapeur sous la pression qui s'exerce derrière le piston, on en conclura qu'il y a peut-être là les éléments d'une amélioration importante à réaliser, dans le régime économique des machines à vapeur.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

MÉMOIRE

SUR LES LIMITES DE LA PRESSION

DANS LES MACHINES TRAVAILLANT A LA DÉTENTE DU MAXIMUM D'EFFET ;

ET SUR L'INFLUENCE

DES ESPACES LIBRES DANS LES MACHINES A UN SEUL CYLINDRE,

Par M. MAHISTRE, Membre résidant.

Séance du 16 octobre 1857.

§ I.

LIMITES DE LA PRESSION.

1. Le travail transmis en une minute au piston d'une machine à un seul cylindre, est donné par la formule

$$(1)\ldots\quad T_m = \frac{V}{l}\left(\frac{n}{q}+P\right)\left[al' + (al' + ac + \beta + \theta)\log\frac{al + ac + \beta + \theta}{al' + ac + \beta + \theta}\right] - \frac{V}{l}\,al\left(\frac{n}{q}+\varpi\right).$$

de même, la course d'admission qui fait sortir la vapeur sous la pression ϖ du condenseur, ou de l'atmosphère, a pour valeur

$$(2)\ldots\quad l' = \frac{n + q\varpi}{n + qP}\,l\left(1 + \frac{c}{l} + \frac{\beta + \theta}{al}\right) - \frac{\beta + \theta}{a} - c.$$

(Voir notre mémoire sur le travail de la vapeur, présenté à la Société des Sciences de Lille, le 19 juin dernier.)

Nous avons démontré récemment dans une note présentée à la Société (séance du 18 septembre), que pour une telle admission ***la vaporisation mécanique d'une machine était la même que si, dépourvue d'espaces libres, la machine travaillait à pleine vapeur sous la pression qui s'exerce derrière le piston.*** Il résulte de cet énoncé que ***la vaporisation, indépendante de la pression d'admission, reste constante, tant que la vitesse, et la pression ϖ restent elles-mêmes constantes.*** Cela posé, je me propose d'abord de rechercher ce que devient T_m quand on fait varier P, la vitesse de rotation $\frac{V}{l}$, et la pression ϖ restant les mêmes.

Si l'on résout l'équation (2) par rapport à $\frac{n}{q} + P$, on trouve d'abord

$$\frac{n}{q} + P = \left(\frac{n}{q} + \varpi\right) \frac{al + ac + \beta + \theta}{al' + ac + \beta + \theta};$$

à l'aide de cette valeur, celle de T_m devient

$$(3)\ldots\ T_m = \frac{V}{l}\left(\frac{n}{q} + \varpi\right)(al + ac + \beta + \theta)\left(\frac{al'}{al' + ac + \beta + \theta} + \log.\frac{al + ac + \beta + \theta}{al' + ac + \beta + \theta}\right) - \frac{V}{l}\,al\left(\frac{n}{q} + \varpi\right);$$

or, il est évident que cette valeur de T_m sera un maximum, lorsque la quantité

$$y = \frac{al'}{al' + ac + \beta + \theta} + \log.\frac{al + ac + \beta + \theta}{al' + ac + \beta + \theta},$$

sera elle-même un maximum, ce qui arrive pour $l' = o$. La limite de $\frac{n}{q} + P$ devient ainsi

$$(4)\ldots\ \frac{n}{q} + P = \left(\frac{n}{q} + \varpi\right)\frac{al + ac + \beta + \theta}{ac + \beta + \theta}.$$

Si dans cette équation on néglige $\beta + \theta$ en supposant que cette somme soit une petite quantité par rapport à ac, l'on aura, à très-peu près

$$(5)\ldots \qquad P = \varpi + \left(\frac{n}{q} + \varpi\right)\frac{l}{c}.$$

Ordinairement, les constructeurs donnent à $\frac{l}{c}$ des valeurs comprises entre 15 et 20 ; d'un autre côté, la pression dans le condenseur est, le plus souvent, de $\frac{1}{15}$ d'atmosphère ; on peut donc supposer $\varpi = 2176$ kilog.; prenant en même temps $\frac{n}{q} = 799$, on trouve

$$P = 61676 \text{ kil. ou 6 atmosphères environ.}$$

Par conséquent, *les machines à un seul cylindre, à condensation, timbrées à six atmosphères* (1) *au plus, et marchant à la détente du maximum d'effet* (2), *pourront généralement développer tout le travail que leur vaporisation constante est capable de produire. En général, les machines sans condensation ne pourront utiliser tout le travail relatif à leur vaporisation ;* puisqu'il faudrait pour cela pouvoir porter la pression de beaucoup au-delà du timbre de la chaudière. C'est ainsi que pour des valeurs très-petites de $\frac{\beta + \theta}{ac}$, la pression limite peut dépasser 22 atmosphères.

---

(1) A la rigueur cette limite doit être portée à *huit* atmosphères, car en passant aux nombres, il serait plus exact de prendre pour n et q, dans l'équation fondamentale (2) :

Au numérateur : $n = 0{,}000009878$, $q = 0{,}0000000584$
Au dénominateur : $n = 0{,}0001421$, $q = 0{,}0000000471$,

ce qui revient à faire usage uniquement du dernier système, en divisant $n + qP$ ou $\frac{n}{q} + P$ par 0,8 environ.

(2) Il ne s'agit pas ici de la course d'admission du maximum d'effet *analytique*, mais uniquement de celle qui fait sortir la vapeur sous la pression qui s'exerce derrière le piston, et qui diffère très-peu de la première.

A l'égard des machines du système de Wolf, on tire d'abord de la formule (13) du mémoire cité

$$(6)\ldots\quad \frac{n}{q}+\mathrm{P}=\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)\frac{a_1 l_1+ac+\theta}{al+ac+\theta}\;\frac{al+ac+\beta+\theta}{al'+ac+\beta+\theta}\,;$$

substituant cette valeur dans la formule (11) du dit mémoire, puis, exprimant la condition que T_m soit un maximum, on trouve

$$(7)\ldots\qquad l'=\frac{\beta+\theta}{a}\log.\ \frac{ac+a_1(l_1+c_1)+\mu}{a_1 c_1+a(l+c+\mu}\,.$$

Comme cette valeur de l' est très-petite, si l'on fait dans l'équation (6) $l'=o$, on aura, à très-peu près

$$\frac{n}{q}+\mathrm{P}=\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)\frac{a_1 l_1+ac+\theta}{al+ac+\theta}\;\frac{al+ac+\beta+\theta}{ac+\beta+\theta}\,;$$

et plus simplement, mais avec une approximation moindre,

$$(8)\ldots\qquad \mathrm{P}=\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)\frac{a_1\,l_1}{al}\left(\frac{l}{c}+1\right)-\frac{n}{q}.$$

Ordinairement $\frac{a_1\,l_1}{al}$ est compris entre 4 et 5; prenant $\frac{a_1\,l_1}{al}=4$, et comme précédemment $\frac{l}{c}=20$, $\frac{n}{q}=799$, $\varpi=2176$ kilog., on trouve

$$\mathrm{P}=249101 \text{ kil. ou } 24 \text{ atmosphères environ.}$$

Si la machine ne condensait pas, la limite de P serait évidemment plus grande. De là, il résulte *qu'une machine de Wolf, marchant à la détente du maximum d'effet, ne pourra jamais développer tout le travail que sa vaporisation constante est capable de produire.*

Mais, *dans deux machines de même système, l'une à condensation, l'autre sans condensation, et travaillant à la détente du maximum d'effet, une même quantité d'eau vaporisée produira le même travail aux limites de la pression, si les volumes engen-*

drés par les pistons sont respectivement égaux, ainsi que les espaces libres homologues. (1). Considérons, pour fixer les idées, deux machines à un cylindre. Si l'on pose, pour abréger $\frac{V}{l} = N$ l'équation (3) sera de la forme

$T_m = N\left(\frac{n}{q} + \varpi\right)M$. Relativement à la machine sans condensation, on aura pareillement $T'_m = N'\left(\frac{n}{q} + \varpi'\right)M'$. Divisant ces deux égalités membre à membre, et observant qu'aux limites de la pression $M = M'$, il vient

$$\frac{T_m}{T'_m} = \frac{N}{N'}\frac{n + q\varpi}{n + q\varpi'}.$$

Soit S la vaporisation commune. D'après le théorème cité au commencement de ce memoire

$$S = al\, N\,(n + q\,\varpi),$$

$$S = ALN'\,(n + q\,\varpi');$$

De là on tire

(9)... $$\frac{N}{N'}\frac{n + q\varpi}{n + q\varpi'} = 1$$

puisque par hypothèse les volumee *al*, AL engendrés par les pistons sont égaux. Par suite $T_m = T'_m$. C. Q. F. D.

La démonstration serait la même pour deux machines du système de Wolf.

---

(1) Relativement à la dernière partie de l'énoncé, il suffit que la somme des espaces libres soit la même dans les deux machines, quand celles-ci sont à un seul cylindre.

On voit par ce qui précède, que *la machine sans condensation n'est désavantageuse, que parce que la pression ne peut y être portée jusqu'à ses dernières limites.*

Si l'on veut que dans les deux machines, et pour des pressions moindres que les pressions limites, la même quantité d'eau vaporisée produise le même travail, il suffira d'exprimer que *les volumes d'admission al'*, AL' sont égaux, ce qui exige qu'on ait

$$(10)\ldots\qquad \frac{n+q\varpi}{n+q\mathrm{P}}=\frac{n+q\varpi'}{n+q\mathrm{P}'}.$$

les lettres accentuées se rapportant, comme précédemment, à la machine sans condensation. De là on tire

$$(11)\ldots\qquad \mathrm{P}=\frac{n+n\varpi}{n+q\varpi'}\left(\frac{n}{q}+\mathrm{P}'\right)-\frac{n}{q}.$$

En même temps, l'équation (9) donne, pour le rapport des vitesses de rotation

$$(12)\ldots\qquad \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{N}'}=\frac{n+q\varpi'}{n+q\varpi}.$$

Si l'on prend

$$\varpi=2176\text{ kil.};\ \varpi'=10335\text{ kil.},\ \frac{n}{q}=799,$$

ces relations deviennent, en négligeant le deuxième terme de la valeur de P,

$$(13)\ldots\qquad \mathrm{P}=(0{,}2672)\ \mathrm{P}',$$

$$(14)\ldots\qquad \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{N}'}=3{,}74.$$

Ce qui fait voir que *les deux machines ne pourront produire le*

même travail, avec la même dépense, qu'entre des limites très-étroites. C'est ainsi, par exemple, que depuis 3,7 atmosphères jusqu'à 10 atmosphères, la machine sans condensation pourra marcher à la même force, pour la même vaporisation, que la machine à condensation travaillant depuis une atmosphère jusqu'à 2,$^{atm.}$ 6.

2. Nous terminerons ce paragraphe par le théorème suivant :

Dans deux machines de même système, toutes deux à condensation, ou toutes deux sans condensation, et travaillant à la détente du maximum d'effet, une même quantité d'eau vaporisée produira le même travail, si dans les deux machines la pression d'admission est la même, et si les capacités homologues du système distributeur, sont respectivement, dans le même rapport, avec les volumes engendrés par deux pistons de même nom.

Considérons pour fixer les idées deux machines à un seul cylindre. Je suppose que le rapport

$$\frac{ac + \beta +}{al}$$

soit le même dans les deux machines. Je suppose aussi que la vaporisation constante soit égale de part et d'autre, et je dis qu'il en sera de même du travail.

En effet, de l'équation

$$S = al \text{ N } (n + q\ \varpi) = a \text{ V } (n + q\ \varpi),$$

on tire

$$a \text{ V} = \text{constante}.$$

La formule (2) donne pareillement

$$\frac{al'}{al} = \text{constante},$$

pourvu que P soit le même de part et d'autre ; donc aussi

$$T_m = \text{constante},$$

car la valeur de T_m peut s'écrire sous la forme

$$T_m = aV\left(\frac{n}{q} + \varpi\right)\left(1 + \frac{ac+\beta+\theta}{al}\right)\left(\frac{\frac{al'}{al}}{\frac{al'}{al} + \frac{ac+\beta+\theta}{al}} + \log.\frac{1 + \frac{ac+\beta+\theta}{al}}{\frac{al'}{al} + \frac{ac+\beta+\theta}{al}}\right)$$

$$- aV\left(\frac{n}{q} + \varpi\right).$$

La démonstration serait la même par deux machines du système de Wolf.

On peut remarquer que le théorème précédent aura encore lieu, quelle que soit la détente, pourvu que le rapport $\frac{al'}{al}$ soit le même dans les deux machines. Seulement la vaporisation commune variera avec la pression, et dans le même sens.

Il résulte de ce qui précède, que *dans deux machines de même système, l'une à condensation, l'autre sans condensation, travaillant à la détente du maximum d'effet, et dont les capacités homologues du système distributeur sont dans les rapports indiqués ci-dessus, une même quantité d'eau vaporisée produira le même travail aux limites de la pression. Ce travail pourra être aussi rendu égal, pour de certaines pressions moindres que les pressions limites.*

§ II.

DE L'INFLUENCE DES ESPACES LIBRES SUR LE TRAVAIL D'UNE MACHINE A UN SEUL CYLINDRE.

3. Considérons une machine destinée à marcher avec une course

d'admission l', une vitesse de rotation $\frac{V}{l}$, et une pression d'admission P. ***Je me propose de rechercher quelle est l'influence des espaces libres sur le travail de la machine.*** Si l'on pose, pour abréger,

$$ac + \beta + \theta = x,$$

la valeur (1) de T_m devient

$$(9)\ldots\quad T_m = \frac{V}{l}\left(\frac{n}{q} + P\right)\left[al' + (al' + x)\log.\frac{al + x}{al' + x}\right] - \frac{V}{l}\, al\left(\frac{n}{q} + \varpi\right).$$

Nous ferons remarquer, tout d'abord, que T_m est indépendant des espaces libres pour $l' = l$, car dans ce cas l'on a simplement

$$(10)\ldots\qquad T_m = \frac{V}{l}\, al\left(P - \varpi\right).$$

Maintenant, si l'on veut rendre T_m maximum par rapport à x, il suffira, évidemment, de rendre maximum le terme

$$y = \left(al' + x\right)\log.\frac{al + x}{al' + x};$$

et pour cela, il faudra déterminer x par la relation

$$(11)\ldots\qquad \frac{a(l - l')}{al + x} = \log.\frac{al + x}{al' + x}.$$

Si dans cette équation on néglige les termes de l'ordre de x^2, on trouve à très-peu près

$$(12)\ldots\qquad x = a\,\frac{l\log.\frac{l}{l'} - \left(l - l'\right)}{\frac{l - l'}{l'} - \log.\frac{l}{l'}}.$$

4. Supposons maintenant qu'on fasse travailler la machine à la detente du maximum d'effet. Dans ce cas l' sera une fonction de x déterminée par la relation

$$(13)\ldots \quad \frac{al' + x}{al + x} = \frac{n + q\varpi}{n + q\,\mathrm{P}};$$

et l'équation du travail deviendra

$$\mathrm{T_m} = \frac{\mathrm{V}}{l}\left(\frac{n}{q} + \mathrm{P}\right)\left[(al+x)\frac{n+q\varpi}{n+q\mathrm{P}}\left(1 + log.\ \frac{n+q\mathrm{P}}{n+q\varpi}\right) - x\right] - \frac{\mathrm{V}}{l}\,al\left(\frac{n}{q} + \varpi\right.$$

or on s'assurera sans peine que cette fonction prend sa valeur maximâ pour $x = o$. Dans ce cas les limites de l' et de $\mathrm{T_m}$ deviennent :

$$(14)\ldots \qquad l' = \frac{n + q\,\varpi}{n + q\,\mathrm{P}}\,l,$$

$$(15)\ldots \qquad \mathrm{T_m} = \frac{\mathrm{V}}{l}\,al\left(\frac{n}{q} + \varpi\right)\log.\ \frac{n + q\,\mathrm{P}}{n + q\,\varpi}.$$

Il doit être entendu que les logarithmes qui entrent dans les diverses formules, sont des logarithmes népériens.

On voit, par ce qui précède, que *les espaces libres doivent être déterminés pour la détente à laquelle la machine doit marcher habituellement. Dans le cas de la détente du maximum d'effet, ils doivent être rendus aussi petits que les nécessités de la construction le permettent.*

Les espaces libres n'entrant pas d'une manière symétrique dans la formule du travail d'une machine de Wolf, la théorie qui précède

n'est pas applicable à cette machine. Toutefois, on pourra déterminer

$$x = ac + \beta + \theta,$$

de manière à rendre maximâ, la somme des deux premiers termes de la valeur de T_m.

5. Pour donner une application numérique de ces formules, nous prendrons pour exemple la machine horizontale, et sans condensation, de la gare de Fives.

Dimensions des principaux organes de la machine :

Course du piston.	$l = 0^m,45$,
Rayon du cylindre.	$r = 0^m,115$, d'où $a = 0^{mq},04555$,
Liberté du cylindre.	$c = 0^m,015$,
Volume du conduit qui fait communiquer la boîte à vapeur au cylindre.	$\theta = 0^{mc},0012$,
Nombre de coups de piston par minute.	$\frac{V}{l} = 300$.

Comme dans cette machine le tiroir fait lui-même détente, le volume β de la boîte à vapeur ne doit pas entrer dans les formules; alors on a simplement

$$x = ac + \theta = 0^{mr},0018225.$$

Cela posé, si l'on prend

$$l' = 0^m,085,$$

la relation (12) donne

$$x = 0^{mr},0060634.$$

Maintenant, si l'on calcule la force de la machine en prenant $P = 6^{atm.} = 62010$ kilog: et faisant usage, successivement, des valeurs ci-dessus de x, on trouve

avec les espaces libres effectifs. . $T_{m} = 28^{ch},85$.

$$\text{diff.} = 8^{ch},25 = \frac{825}{2985} = 28$$

avec les espaces libres calculés. . $T_{m} = 38^{ch},10$.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

MÉMOIRE

SUR LE

TRAVAIL DE LA VAPEUR DANS LES MACHINES

En tenant compte des condensations qui se font pendant la détente,

Par M. MAHISTRE, membre résidant.

Séance du **18** *décembre* 1857.

1. Dans un mémoire présenté à la Société impériale des Sciences de Lille, le 19 juin 1857, j'ai exposé la théorie de la machine à vapeur en tenant compte de tous les espaces libres du système distributeur. Mais cette théorie suppose que la vapeur n'éprouve pas de condensation pendant qu'elle se détend dans la machine; or, cette hypothèse, qui paraît sensiblement exacte pour les machines munies de l'enveloppe de Watt, cesse de l'être quand elles en sont dépourvues. Rechercher l'influence de ce nouvel élément perturbateur sur la force d'une machine, tel est le but que je me suis proposé dans ce travail.

§ I.

MACHINES A UN SEUL CYLINDRE.

2. S' étant le volume de vapeur à la fin de l'admission (voir, pour

la notation, le mémoire cité plus haut) et sous la pression P, on aura

$$(1).\ S' = a(l'+c) - ac\frac{n+q\varpi}{n+qP} + \theta - \theta\frac{n+q\varpi}{n+qP} + \beta - \beta\frac{n+q\pi'}{n+qP}.$$

S″ étant aussi le volume de vapeur pendant la détente, et quand le piston est à la distance z de l'extrémité du cylindre par où arrive la vapeur, on aura pareillement

$$(2).\ S'' = az - ac\frac{n+q\varpi}{n+qp'} + \theta - \theta\frac{n+q\varpi}{n+qp'} + \beta - \beta\frac{n+q\pi'}{n+qp'}.$$

Enfin, si l'on désigne par S le volume d'eau à 100° capable de produire S′ sous la pression d'admission P, et par ε un coefficient fonction de z dépendant de l'état thermal du cylindre, on aura les deux nouvelles relations

$$(3).\qquad S' = \frac{S}{n+qP},$$

$$(4)\qquad S'' = \frac{\varepsilon S}{n+qp'}.$$

Comme la loi de la condensation de la vapeur pendant la détente est inconnue, il nous reste à faire une hypothèse qui ne puisse s'écarter beaucoup de la vérité, et il nous a paru qu'on pouvait admettre *l'uniformité de la condensation pendant la détente*. D'après cela, si l'on nomme s le volume d'eau qui résulte de la vapeur condensée en une course, ce volume deviendra

$$s\,\frac{z-(l'+c)}{l-l'},$$

lorsque le piston sera à la hauteur z. Mais la quantité de vapeur condensée est aussi équivalente à

$$S(1-\varepsilon);$$

égalant ces deux valeurs, posant $m = \frac{s}{S(l-l')}$, et résolvant par rapport à ε, il vient

$$(5). \qquad \varepsilon = 1 + \frac{s}{S}\frac{l'+c}{l-l'} - mz.$$

On tire des équations (3) et (4)

$$(6). \qquad p' = \frac{S'}{S''}\varepsilon\left(\frac{n}{q}+P\right) - \frac{n}{q}.$$

Substituant dans cette relation les valeurs (1) et (2) de S' et de S", on trouve

$$(7). \quad p' = \varepsilon\left(\frac{n}{q}+P\right)\frac{al'+ac+\beta+\theta}{az+\beta+\theta} + (1-\varepsilon)\frac{(ac+\theta)\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)+\beta\left(\frac{n}{q}+\pi'\right)}{az+\beta+\theta} - \frac{n}{q};$$

et en mettant pour ε sa valeur

$$(8). \quad p' = \left(1+\frac{s}{S}\frac{l'+c}{l-l'}\right)\left(\frac{n}{q}+P\right)\frac{al'+ac+\beta+\theta}{az+\beta+\theta}$$

$$-\frac{s}{S}\frac{l'+c}{l-l'}\,\frac{(ac+\theta)\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)+\beta\left(\frac{n}{q}+\pi'\right)}{az+\beta+\theta}$$

$$-\frac{mz}{az+\beta+\theta}\left[\left(\frac{n}{q}+P\right)(al'+ac+\beta+\theta)-(ac+\theta)\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)-\beta\left(\frac{n}{q}+\pi'\right)\right]-\frac{n}{q}.$$

Si l'on fait dans cette formule $z = l + c$, et qu'ensuite on remplace m par sa valeur, il vient

$$(9).\quad \pi' = \frac{\left(1 - \frac{s}{S}\right)\left(\frac{n}{q} + P\right)\frac{al' + ac + \beta + \theta}{al + ac + \beta + \theta} + \frac{s}{S}\,\frac{(ac + \theta)\left(\frac{n}{q} + \varpi\right)}{al + ac + \beta + \theta}}{1 - \frac{s}{S}\,\frac{\beta}{al + ac + \beta + \theta}} - \frac{n}{q}.$$

Si dans cette équation on pose $\pi' = \varpi$, on aura, pour déterminer la course d'admission qui fait sortir la vapeur sous la pression ϖ (1),

$$(10).\quad \frac{al' + ac + \beta + \theta}{al + ac + \beta + \theta} = \frac{n + q\varpi}{n + qP}\;\frac{1 - \frac{s}{S}\,\frac{ac + \beta + \theta}{al + ac + \beta + \theta}}{1 - \frac{s}{S}}.$$

Remarquons maintenant que le travail de la vapeur, relatif à une course du piston, a pour expression

$$a\mathrm{R}l = a\mathrm{P}l' + \int_c^{l+c} ap'\,dz - al\left(\frac{n}{q} + \varpi\right).$$

Effectuant les intégrations, on trouve, après tous calculs faits,

$$(11).\quad a\mathrm{R}l = \left(\frac{n}{q} + P\right)\left[al' + (al' + ac + \beta + \theta)\log.\frac{al + ac + \beta + \theta}{al' + ac + \beta + \theta}\right]$$

$$- al\left(\frac{n}{q} + \varpi\right) - \frac{s}{S}\left[\left(\frac{n}{q} + P\right)(al' + ac + \beta + \theta)\right.$$

$$\left. - (ac + \theta)\left(\frac{n}{q} + \varpi\right) - \beta\left(\frac{n}{q} + \pi'\right)\right]\left(1 - \frac{al' + ac + \beta + \theta}{a(l - l')}\log.\frac{al + ac + \beta + \theta}{al' + ac + \beta + \theta}\right).$$

(1) Cette course d'admission est à très peu près, la course d'admission du maximum d'effet.

Soit V la vitesse moyenne du piston en une minute; le nombre des courses relatif à cet intervalle de temps sera $\frac{V}{l}$, et le travail correspondant

$$(12).\quad T_m = \frac{V}{l}\left(\frac{n}{q}+P\right)\left[al' + (al' + ac + \beta + \theta)\log.\frac{al + ac + \beta + \theta}{al' + ac + \beta + \theta}\right]$$

$$-\frac{V}{l}\,al\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)-\frac{V}{l}\frac{s}{S}\left[\left(\frac{n}{q}+P\right)(al + ac + \beta + \theta)\right.$$

$$\left.-(ac+\theta)\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)-\beta\left(\frac{n}{q}+\pi'\right)\right]\left(1-\frac{al'+ac+\beta+\theta}{a(l-l')}\log.\frac{al+ac+\beta+\theta}{al'+ac+\beta+\theta}\right).$$

En divisant ce résultat par 4500, on obtiendra la force de la machine en chevaux.

A l'égard de la quantité S, elle sera donnée par la relation

$$(13).\quad S=(n+qP)(al'+ac+\beta+\theta)-(ac+\theta)(n+q\varpi)-\beta(n+q\pi').$$

§ II.

MACHINES DE WOLF.

3. Dans une machine de Wolf, le volume de vapeur a pour valeur, à la fin de l'admission

$$(14).\quad S'=a(l'+c)-ac\,\frac{n+q\varpi}{n+qP}+\theta-\theta\,\frac{n+q\pi}{n+qP}+\beta-\beta\,\frac{n+q\pi'}{n+qP}.$$

Pendant la détente dans les deux cylindres, et quand le piston du petit cylindre est à la hauteur z, ce volume a pour expression

$$(15).\ S'' = a(l+2c-z)+a_1c_1+\frac{a_1l_1}{c}(z-c)-ac\frac{n+q\pi}{n+qp}-a_1c_1\frac{n+q\varpi}{n+qp}$$

$$+\theta-\theta\frac{n+q\pi}{n+qp}+\beta_1-\beta_1\frac{n+q\pi}{n+qp}+\theta_1-\theta_1\frac{n+q\varpi}{n+qp}.$$

l'on a également

$$(16).\qquad S' = \frac{S}{n+qP}$$

$$(17).\qquad S'' = \frac{\varepsilon_1(S-s)}{n+qp}$$

S ayant ici la même signification que précédemment, et s désignant la quantité de vapeur condensée en une course, pendant la première détente de la vapeur dans le petit cylindre. Soit aussi s_1 le volume d'eau condensée en une course pendant la deuxième détente. Si l'on suppose que la quantité d'eau condensée à un instant quelconque, depuis le commencement de la course, soit proportionnelle à z, le volume d'eau qui résulte de la vapeur condensée aura pour expression

$$(1-\varepsilon_1)(S-s),\ \text{et}\ s_1\frac{z}{l+c}.$$

Egalant ces deux quantités, puis résolvant par rapport à ε_1, on trouve

$$(18).\qquad \varepsilon_1 = 1-m_1z,$$

en posant, pour abréger, $m_1 = \frac{s_1}{(S-s)(l+c)}$

Des deux équations (16) et (17) on tire,

$$\frac{n}{q}+p=\frac{S'}{S''}\,\varepsilon_1\,\frac{S-s}{S}\left(\frac{n}{q}+P\right),$$

et plus simplement

(19). $$\frac{n}{q}+p=\frac{S'}{S''}\,\varepsilon\left(\frac{n}{q}+P\right),$$

en faisant pour abréger $\varepsilon=\varepsilon_1\,\dfrac{S-s}{S}$.

L'on a en même temps

(20). $$\varepsilon=1-\frac{s}{S}-\frac{s_1}{S}\,\frac{z}{l+c}.$$

Posant encore

(21. $$\left\{\begin{aligned}&\mu=0+\beta_1+\theta_1\\&\lambda=\left(\frac{n}{q}+P\right)\left(\beta+\theta\right)+\beta_1\left(\frac{n}{q}+\pi\right)+\theta_1\left(\frac{n}{q}+\pi'\right)\\&\qquad-\beta\left(\frac{n}{q}+\pi'\right),\end{aligned}\right.$$

puis substituant dans l'équation (19) les valeurs précédentes de ε_1 S', S'', on trouve

$$a(l+2c-z)+a_1c_1+\frac{a_1l_1}{l}(z-c)+\mu \qquad q$$

En faisant dans cette formule $z=l+c$, on aura la pression π de la vapeur à la limite d'expansion dans les deux cylindres, savoir :

$$(23)\quad \pi=\frac{\left(1-\frac{s+s_1}{S}\right)\left(\frac{n}{q}+P\right)(al'+ac+\beta+\theta)+(a_1c_1+\theta_1)\left(\frac{n}{q}+\varpi\right)-\beta\left(1-\frac{s+s_1}{S}\right)\left(\frac{n}{q}+\pi'\right)}{ac+a_1(l_1+c_1)+\theta+\theta_1-\frac{s+s_1}{S}(ac+\theta)}-\frac{n}{q}.$$

Enfin, si dans cette dernière équation on suppose $\pi=\varpi$, on aura, pour déterminer la course d'admission du maximum d'effet,

$$(24).\quad \frac{al'+ac+\beta+\theta}{al+ac+\beta+\theta}=\frac{n+q\varpi}{n+qP}\left[\left(\frac{al_1+ac+\theta}{al+ac+\theta}-\frac{s+s_1}{S}\,\frac{ac+\theta}{al+ac+\theta}\right)\frac{1-\frac{s}{S}\cdot\frac{\beta}{al+ac+\beta+\theta}}{1-\frac{s+s_1}{S}}+\frac{s}{S}\,\frac{ac+\theta}{al+ac+\theta}\,\frac{\beta}{al+ac+\beta+\theta}\right].$$

4. Soient maintenant $\mathfrak{T}'_m$ et $\mathfrak{T}_r$ les travaux moteur et résistant dans le petit cylindre, et de même $\mathfrak{T}''_m$ le travail moteur dans le grand cylindre ; le travail résistant dans ce dernier cylindre étant $\varpi a_1 l_1$, si l'on nomme R la résistance moyenne totale sur les pistons, et h le chemin décrit par son point d'application, on aura, relativement à une course

$$(25).\quad Rh=\mathfrak{T}_m+\mathfrak{T}''_m-\mathfrak{T}'_r-\varpi a_1 l_1.$$

D'abord, si dans la formule (11) on supprime le terme $\varpi a l$, on trouve

$$\mathfrak{T}_m=\left(\frac{n}{q}+P\right)\left[al'+(al'+ac+\beta+\theta)\log.\frac{al+ac+\beta+\theta}{al'+ac+\beta+\theta}\right]$$

$$-\frac{s}{S}\left|\left(\frac{n}{q}+P\right)(al'+ac+\beta+\theta)-(ac+\theta)\left(\frac{n}{q}+\pi\right)-\beta\left(\frac{n}{q}+\pi'\right)\right]\left(1-\frac{al'+ac+\beta+\theta}{al-l'}\log.\frac{al+ac+\beta+\theta}{al'+ac+\beta+\theta}\right)\quad\frac{n}{q}al.$$

$$\mathfrak{T}'r = \int_c^{l+c} apdz.$$

Effectuant les intégrations, il vient

$$\mathfrak{T}'r = al \frac{a(l'+c)\left(\frac{n}{q}+\mathrm{P}\right)+a_1 c_1\left(\frac{n}{q}+\pi\right)+\lambda}{a_1 l_1 - al} \log. \frac{ac+a_1(l_1+c_1)+\mu}{a_1 c_1 + a(l+c)+\mu} - \frac{n}{q} al$$

$$- \frac{al}{a_1 l_1 - al}\left[\left(\frac{n}{q}+\mathrm{P}\right)(al'+ac+\beta+\theta) - (ac+\theta)\left(\frac{n}{q}+\pi\right) - \beta\left(\frac{n}{q}+\pi'\right)\right]\left[\frac{s}{\mathrm{S}} \log \frac{ac+a_1(l_1+c_1)+\mu}{a_1 c_1 + a(l+c)+\mu}\right.$$

$$\left. + \frac{s_1}{\mathrm{S}}\frac{l}{l+c} - \frac{s_1}{\mathrm{S}}\frac{l}{l+c}\left(\frac{a_1 c_1 + a(l+c)+\mu}{a_1 l_1 - al} - \frac{c}{l}\right) \log. \frac{ac+a_1(l_1+c_1)+\mu}{a_1 c_1 + a(l+c)+\mu}\right].$$

La quantité $\mathfrak{T}''_m$ se déduit sans peine de $\mathfrak{T}'r$. En effet

$$\mathfrak{T}''_m = \int a_1 p\, d z_1;$$

Mais

$$\frac{z_1 - c_1}{z - c} = \frac{l_1}{l}, \text{ d'où } dz_1 = \frac{l_1}{l} dz;$$

par suite

$$\mathfrak{T}''_m = \frac{a_1 l_1}{al}\int_c^{l+c} apdz = \frac{a_1 l_1}{al}\mathfrak{T}'r:$$

Substituant ces diverses valeurs dans (25), et multipliant ensuite le résultat par le nombre $\frac{V}{l}$ de courses en une minute, on trouve, en définitive, pour la force totale de la machine.

$$(26).\ T_m = \frac{V}{l}\left(\frac{n}{q} + P\left[al' + (al' + ac + \beta + \theta)\log.\frac{al + ac + \beta + \theta}{al' + ac + \beta + \theta} + a\ (l' + c)\log.\frac{ac + a_1(l_1 + c_1) + \mu}{a_1 c_1 + a(l + c) + \mu}\right]\right.$$

$$- \frac{V}{l}\left(\frac{n}{q} + \varpi\ \right)\left(a_1 l_1 - a_1 c_1 \log.\frac{ac + a_1(l_1 + c_1) + \mu}{a_1 c_1 + a(l + c) + \mu} + \ \right) + \frac{V}{l}\lambda\log.\frac{ac + a_1(l_1 + c_1) + \mu}{a_1 c_1 + a(l + c) + \mu}$$

$$- \frac{V}{l}\left[\left(\frac{n}{q} + P\right)(al + ac + \beta + \theta) - (ac + \theta)\left(\frac{n}{q} + \pi\ \right) - \beta\left(\frac{n}{q} + \pi'\right)\right]\left[\frac{s}{S}\left(1 + \log.\frac{ac + a_1(l_1 + c_1) + \mu}{a_1 c_1 + a(l + c) + \mu}\right.\right.$$

$$\left.\left.- \frac{al' + ac + \beta + \theta}{a(l - l')}\log.\frac{al + ac + \beta + \theta}{al' + ac + \beta + \theta}\right) + \frac{s_1}{S}\frac{l}{l + c}\left[1 - \left(\frac{a_1 c_1 + a(l + c) + \mu}{a_1 l_1 - al} - \frac{c}{l}\right)\log.\frac{ac + a_1(l_1 + c_1) + \mu}{a_1 c_1 + a(l + c) + \mu}\right]\right].$$

Quant à la quantité S, elle sera donnée par la formule

$$(27).\ S = (n + qP)(al' + ac + \beta + \theta) - (ac + \theta)(n + q\pi) - \beta(n + q\pi').$$

4. Afin de pouvoir traduire en nombres les formules précédentes, il nous reste à savoir déterminer $\frac{s}{S}$ et $\frac{s + s_1}{S}$. A cet effet, il suffira d'observer π' et π en installant un manomètre convenable sur le grand cylindre de la machine. Alors la relation

$$\frac{n}{q}+\pi' = \frac{\left(1-\frac{s}{S}\right)\left(\frac{n}{q}+P\right)\frac{al'+ac+\beta+\theta}{al+ac+\beta+\theta}+\frac{s}{S}\,\frac{(ac+\theta)\left(\frac{n}{q}+\pi\right)}{al+ac+\beta+\theta}}{1-\frac{s}{S}\,\frac{\beta}{al+ac+\beta+\theta}}.$$

(qui n'est autre chose que l'équation (9) dans laquelle on a remplacé ϖ par π) fera connaître $\frac{s}{S}$. La seconde inconnue $\frac{s+s_1}{S}$ se déduira de l'équation (23).

Si dans la formule (28) on ne conserve que le terme multiplié par $\left(\frac{n}{q}+P\right)$, on aura, à très-peu près,

$$(29). \qquad \frac{s}{S}=1-\frac{n+q\pi'}{n+qP}\,\frac{al+ac+\beta+\theta}{al'+ac+\beta+\theta}.$$

La même hypothèse, faite dans la relation (22), donne

$$(30.) \qquad \frac{s+s_1}{S}=1-\frac{n+q\pi}{n+qP}\,\frac{ac+a_1(l_1+c_1)+\theta+\theta_1}{al'+ac+\beta+\theta}.$$

Si, par exemple, on suppose

$' = 4$ atm. $= 41340$ kil., $\pi=\frac{4}{19}$ atm. $= 2176$ kil., $\frac{a_1 l_1}{al}=4$, $\frac{l}{l_1}=\frac{3}{2}$,

on trouve, en négligeant les espaces libres.

$$\frac{s+s_1}{S}=0,3 \text{ environ.}$$

Telles sont les formules qu'il s'agissait d'obtenir.

MÉMOIRE

SUR LES VITESSES DE ROTATION

QU'ON PEUT FAIRE PRENDRE A CERTAINES ROUES, SANS AVOIR A CRAINDRE LEUR RUPTURE SOUS L'EFFORT DE LA FORCE CENTRIFUGE,

Par M. MAHISTRE, Membre résidant.

Séance du 6 février 1857.

1. Dans son traité de mécanique appliquée aux machines, M. le général Poncelet démontre (page 126) que la limite de la vitesse absolue V, qu'on peut faire prendre sans danger à la circonférence moyenne de la jante d'un volant, est donnée par la formule

$$(1)\ldots \qquad V=\sqrt{\frac{g}{D}S};$$

dans laquelle D désigne le poids spécifique du métal, « S la limite des efforts qu'on veut faire supporter aux parties extérieures de l'anneau sur le mètre carré de surface. » Mais dans cette formule, M. Poncelet ne tient compte que de la force centrifuge sur la jante, absolument comme si celle-ci tournait sans le secours des bras. Il en résulte qu'on ignore complètement si cette limite n'est pas de beaucoup trop faible. Nous ferons voir plus loin, qu'en aucun cas, elle ne saurait être doublée.

2. En vertu d'un théorème que j'ai démontré dans les mémoires de la Société des Sciences de Lille (année 1855, 2.e série, tome II), *La résultante des actions centrifuges sur un corps de forme quelconque, homogène ou hétérogène, tournant autour d'un axe fixe ou instantané, est la même, en grandeur, que si toute la masse du mobile était concentrée en un point quelconque d'une ligne menée par le centre de gravité, parallèlement à l'axe de rotation* (*). D'après cela, si l'on nomme ;

R le rayon moyen de l'anneau, ou de la jante, supposée comprise entre deux surfaces cylindriques ;

e son épaisseur, estimée dans le sens du rayon,

H sa largeur parallèle à l'axe de rotation,

P son poids,

r le rayon moyen du moyeu, supposé cylindrique,

e' son épaisseur dans le sens du rayon,

P' son poids,

H' sa largeur parallèle à l'axe,

a la section droite d'un bras, supposée constante,

λ la longueur d'un bras, comprise entre le moyeu et la jante,

ϖ son poids,

N le nombre des tours de la roue en une minute.

(*) M. Poncelet base sa théorie de la rupture des volants sur un théorème analogue à celui qui précède, mais d'une généralité moindre. Voici l'énoncé qu'en donne l'illustre géomètre, à la page 127 de l'ouvrage cité :

Si un corps tournant autour d'un axe fixe est décomposable en tranches planes infiniment minces, perpendiculaires à cet axe, et dont les centres de gravité sont situés sur une ligne droite qui lui est parallèle, ou sur une ligne quelconque comprise tout entière dans un plan passant par cet axe, le corps étant alors divisé symétriquement par un certain plan perpendiculaire à ce même axe, et qui en contient le centre de gravité, la force centrifuge de ce corps est la même que si toute la masse était concentrée au centre de gravité.

On aura les valeurs ci-après de la force centrifuge :

Sur la demi-jante $\frac{P}{g}\frac{\pi N^2}{900}\left(R + \frac{1}{12}\frac{e^2}{R}\right)$; et plus simplement

$$\frac{P}{g}\frac{\pi N^2}{900}R,$$

en négligeant le 2.e terme, qui n'a qu'une importance secondaire.

Sur le moyeu, et au même degré d'approximation :

$$\frac{P'}{g}\frac{\pi N^2}{900}r;$$

sur un bras $$\frac{1}{2}\frac{\varpi}{g}\frac{\pi^2 N^2}{900}(\lambda + 2r + e').$$

Soit φ l'angle compris entre les axes de deux bras consécutifs. La force centrifuge totale qui agit suivant un bras, et qui tend à rompre la roue par le milieu, aura pour valeur

$$\frac{\pi N^2 R}{900 g}\left(P + P'\frac{r}{R} + \frac{1}{2}\pi\varpi\frac{\lambda + 2r + e'}{R} + \pi\varpi\frac{\lambda + 2r + e'}{R}\cos\varphi \right.$$
$$\left. + \pi\varpi\frac{\lambda + 2r + e'}{R}\cos 2\varphi + \text{ᵹ ct}\right).$$

Soit toujours S la résistance du métal à la rupture, rapportée au mètre carré; cette résistance, estimée parallèlement au bras que l'on considère, sera :

Pour la jante... $2eHS$,

Pour le moyeu... $2e'H'S$,

Pour les bras compris dans une demi-circonférence... $Sa + 2Sa\cos\varphi + 2Sa\cos 2\varphi + 2Sa\cos 3\varphi + \text{ᵹ ct}$.

Par consequent, la résistance totale à la rupture aura pour valeur :

$$2\,e\,H\,S + 2\,e'\,H'\,S + S\,a + 2\,S\,a\cos\varphi + 2\,S\,a\cos 2\varphi + 2\,S\,a\cos 3\varphi + \mho\,ct.$$

Or il est evident que la première force doit faire équilibre, à la seconde, si l'on veut que la roue ne puisse céder à l'effort de la force centrifuge. On devra donc avoir pour la limite de N, en exprimant les poids en fonction du poids spécifique D du métal,

$$(2)\ldots\quad N = \frac{30}{\pi R}\sqrt{\frac{gS}{D}}\sqrt{\frac{2\,eH + 2\,e'H' + a\,(1 + 2\cos\varphi + 2\cos 2\varphi + 2\cos 3\varphi + \mho\,ct)}{2\,eH + 2\,e'H'\,\frac{r^2}{R^2} + \frac{1}{2}\,a\,\lambda\,\frac{\lambda + 2r + e'}{R^2}\,(1 + 2\cos\varphi + 2\cos 2\varphi + 2\cos 3\varphi + \mho\,ct)}}$$

Si l'on regarde l'effort comme agissant au milieu d'un segment de la jante on aura

$$(3)\ldots\quad N = \frac{30}{\pi R}\sqrt{\frac{gS}{D}}\sqrt{\frac{2\,eH + 2\,e'H' + 2\,a\,(\cos\frac{1}{2}\varphi + \cos\frac{3}{2}\varphi + \cos\frac{5}{2}\varphi + \mho\,ct)}{2\,eH + 2\,e'H'\,\frac{r^2}{R^2} + a\,\lambda\,\frac{\lambda + 2r + e'}{R^2}\,(\cos\frac{1}{2}\varphi + \cos\frac{3}{2}\varphi + \cos\frac{5}{2}\varphi + \mho\,ct)}}$$

La comparaison de ces deux formules montre que l'effort qui tend à produire la rupture n'est pas généralement le même suivant un bras, qu'au milieu d'un segment de la jante.

Si l'on remarque maintenant que le deuxième radical surpasse l'unité, dans l'une et l'autre des formules qui précèdent, on pourra prendre, à fortiori, pour limite de N

$$(4)\ldots \qquad N = \frac{30}{\pi R}\sqrt{\frac{gS}{D}};$$

ou bien

$$V = \sqrt{\frac{gS}{D}},$$

en observant que $\frac{\pi N R}{30} = V$. Ce qui est la formule de M. le général Poncelet.

Si la roue n'est pas homogène, on attribuera à S la valeur qui convient au métal le moins résistant.

Si les bras n'ont pas une section constante dans toute leur étendue, ainsi que cela a lieu généralement, on pourra prendre pour *a* la moyenne entre la plus grande et la plus petite section, et mieux la plus petite.

Pour la fonte :

$S = 2{,}170{,}000$ kilog. Ce nombre représente l'effort par mètre carré qu'on peut faire supporter au métal avec sécurité (voir le traité de la résistance des matériaux de M. le général Morin, 2.e édition, page 52). Si l'on prend en même temps $D = 7210$ kilog., on trouve par la formule (4)

$$(5)\ldots \qquad N = \frac{518{,}85}{R}.$$

4. Les formules (2) et (3) s'appliqueront sans peine à tous les cas particuliers.

S'il s'agit, par exemple, d'une roue à trois bras, l'angle φ surpassera 90°, et dès lors il n'entrera pas dans la formule (2), qui devient, dans ce cas :

$$(6)\ldots N = \frac{30}{\pi R}\sqrt{\frac{gS}{D}}\sqrt{\frac{2eH + 2e'H' + a}{2eH + 2e'H'\frac{r^2}{R^2} + \frac{4}{3}a\lambda\frac{\lambda + 2r + e'}{R^2}}}.$$

Pour une roue à quatre bras $\varphi = 90°$, et l'on retombe sur la formule (6).

Relativement à une roue à six bras $\varphi = 60°$, et la formule (2) donne

$$(7)\ldots N = \frac{30}{\pi R}\sqrt{\frac{gS}{D}}\sqrt{\frac{2eH + 2e'H' + 2a}{2eH + 2e'H'\frac{r^2}{R^2} + a\lambda\frac{\lambda + 2r + e'}{R^2}}}.$$

Enfin, pour une roue à huit bras $\varphi = 45°$, et la même formule devient

$$(8)\ldots N = \frac{30}{\pi R}\sqrt{\frac{gS}{D}}\sqrt{\frac{2eH + 2e'H' + a(1 + \sqrt{2})}{2eH + 2e'H'\frac{r^2}{R^2} + \frac{1}{3}a\lambda\frac{\lambda + 2r + e'}{R^2}(1 + \sqrt{2})}}$$

La formule (3) conduirait à des résultats analogues Si l'on prend par exemple :

$R = 2^m, 50$, $H = 0^m, 28$, $e = 0^m, 15$, $2r = 0^m, 60$, $H' = 0^m, 035$, $a = 0^{mq}, 00595$, $\lambda = 1^m,825$, $e' = 0^m,60$, on obtient, en négligeant le rayon de l'arbre sur lequel la roue est montée.

par la formule (5)..... $N = 207,5$
par la formule (8),.... $N = 254,9$ diff. $= 47,4$.

Si, dans la formule (4), on attribue à R les valeurs qui conviennent aux volants des machines à vapeur, on trouve pour les vitesses de rotation des limites de beaucoup supérieures aux vitesses qui sont adoptées dans la pratique; d'où l'on peut conclure qu'un volant ne saurait éclater, sous l'effort de la force centrifuge, que par suite d'un vice de construction, ou de quelque grave perturbation dans l'agrégation moléculaire.

On peut remarquer que les formules (2) et (3) conduisent encore à la relation (4) en y faisant $e = o$, ce qui réduit la roue à son moyeu et à ses bras.

Si l'on fait $a = o$, $e' = o$, on retrouve la formule de M. Poncelet.

5. Cherchons maintenant la limite du deuxième radical.

Je dis que *dans tous les cas ce radical est moindre que* 2. Pour le faire voir, il suffit de calculer la limite de N, en supposant que la roue proposée soit pleine; on trouve de la sorte et sans rien négliger dans la valeur de la force centrifuge.

$$(9)\ldots\ N = \frac{30}{\pi\,(R+\frac{1}{2}e)}\sqrt{\frac{gS}{D}}\sqrt{\frac{48}{13}}$$

Supprimant $\frac{1}{2}e$ au dénominateur, et remplaçant $\sqrt{\frac{48}{13}}$ par sa valeur, il vient :

$$(10)\ldots\ N < (1,92)\frac{30}{\pi R}\sqrt{\frac{gS}{D}}.$$

Il suit de la limite (9) que si une roue pleine a pour rayon 2 R, on aura rigoureusement :

$$(11)\ldots\ N = (0,96)\frac{30}{\pi R}\sqrt{\frac{gS}{D}}.$$

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

RECHERCHES CHIMIQUES

SUR LA BETTERAVE

PENDANT LA SECONDE PÉRIODE DE SA VÉGÉTATION,

Par M. CORRENWINDER. Membre résidant.

Séance du 18 septembre 1857.

Toutes les recherches de la chimie, appliquées à la vie des végétaux, offrent à l'esprit un intérêt des plus saisissants. Déterminer les modifications intimes qu'éprouvent les racines, les tiges et les fruits pendant leur accroissement, assister à l'élaboration des principes immédiats ou à leurs transformations, suivre pas à pas tous les phénomènes chimiques qui se produisent aux différentes périodes du développement des organes, c'est aborder la science par son côté le plus mystérieux et le plus difficile, mais c'est aussi la voie la plus féconde en observations intéressantes pour la physiologie des végétaux.

L'intervention de la chimie dans l'étude des sciences naturelles peut seule donner à ces sciences la supériorité qui résulte de la connaissance des faits intimes et des lois qui président à la formation des êtres. Malheureusement, les méthodes chimiques, applicables à l'étude des phénomènes de la vie organique, sont encore bien impuissantes, mais nos moyens d'action sont déjà suffisants pour résoudre un grand nombre de problèmes dont la solution peut élever le niveau de nos connaissances, et accroître la somme de jouissances que nous procure la contemplation des lois de la création.

Parmi ces problemes, il en est un dont j'ai fait l'étude dans le cours de cet été ; je me suis proposé de déterminer le décroissement qu'éprouve le sucre dans les racines saccharifères pendant le développement des tiges, des feuilles, des fleurs et des fruits.

La betterave se prêtant parfaitement à cette étude, c'est cette racine qui a fait l'objet de mes investigations.

Outre l'intérêt que présente la betterave comme plante industrielle, le sucre qu'elle renferme joue évidemment un rôle très-important au point de vue de la nutrition végétale.

Dans l'état actuel de la science, on doit admettre que le sucre s'accumule dans la betterave par la décomposition de l'acide carbonique de l'air et des engrais, sous l'influence des rayons solaires. Cet acide fournit au moins le carbone qui constitue un des éléments essentiels du sucre, composé, comme on le sait, de carbone et d'eau.

La betterave est une plante bisannuelle. Dans les conditions normales, les tiges, les fleurs et les fruits ne se produisent que pendant le cours de la seconde année de végétation. Après avoir fixé une quantité variable de sucre, elle est déplantée au mois d'octobre, mise en silo, et, si on veut l'utiliser pour produire de la graine, on la replante en avril dans un sol convenablement fumé, où sa végétation s'accomplit avec rapidité. La récolte des graines a lieu d'ordinaire à la fin d'août.

On sait par les expériences de M. Péligot, que lorsque cette racine a produit des graines parvenues à maturité, elle ne renferme plus de traces de sucre. J'ai remarqué cependant qu'il se forme quelquefois sur la racine mère, plantée pour porte-graines, de petites racines adventives, greffées pour ainsi dire, sur la première, et qui renferment du sucre en quantité très-notable. Ces racines adventives ont des feuilles ordinairement petites et qui ont l'aspect de celles que produit la betterave pendant sa première période de végétation.

D'après l'observation de M. Péligot, on est conduit à admettre a priori que le sucre de la betterave plantée pour graines sert d'aliment aux tiges, feuilles, qui se développent pendant la seconde année de son existence, mais à quelle époque a lieu le décroissement

du sucre dans la racine ? Ce décroissement se fait-il d'une manière régulière et à mesure du développement des organes foliaires, ou se produit-il à une époque déterminée ? C'est le problème que je me suis proposé de résoudre, et que j'ai résolu de la manière suivante :

Au mois de novembre 1856, j'ai choisi dans un champ, une trentaine de betteraves provenant de la même graine, ayant les mêmes formes extérieures, la même grosseur, etc., en un mot, aussi parfaitement semblables qu'il m'a été possible de les trouver. Je les ai conservées pendant l'hiver dans un silo et ne les ai découvertes qu'au mois d'avril suivant.

A cette époque, j'ai fait planter ces betteraves dans un même champ et à la même exposition. J'en ai toutefois conservé trois, qui ont été râpées ensemble ; la pulpe en a été mélangée soigneusement ; et j'en ai fait l'analyse.

J'ai déplanté ensuite, successivement, trois de ces betteraves à diverses époques de leur végétation et j'en ai déterminé la composition chimique moyenne.

Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

DATES 1857.	EPOQUES DE LA VÉGÉTATION.	Densité du jus.	EAU	SUCRE	ALCALI (1)
Avril 20	Avant la plantation	1042	89 »	6.75	0.264
Mai 20	Feuilles de 10 c. de hauteur environ.	1036	88 7	6.23	0.237
Juin 20	Fleurs en boutons..............	1034	88 1	6.15	0.245
Juillet 8	Tiges en fleurs................	1034	86 8	5.40	0.291
Juillet 24	Graines formées, petites.........	1032	87 8	3.95	0.482
Août 6	Graines plus grosses, encore vertes.	1022	89 8	1.81	0.602
Août 20	Graines mûres	1019	90 3	0.00	1.351

(1) L'alcali a été évalué à l'état de potasse caustique.

Quoique les betteraves choisies présentassent les mêmes apparences extérieures, elles ne pouvaient pas avoir rigoureusement la même composition chimique. Il ne faut donc fixer son attention que sur les chiffres exprimant des différences notables ; dans ce cas seulement, on peut admettre qu'une modification importante s'est opérée dans la constitution de la racine.

Quoi qu'il en soit, l'examen de ce tableau nous apprend :

1.° Que la densité du jus qui subit une diminution pendant la formation des premières feuilles, ne décroît plus d'une manière notable qu'au moment où la graine approche de la maturité.

2.° La quantité de sucre diminue un peu pendant la formation des premières feuilles, alors probablement qu'elles ne peuvent puiser encore leur nourriture dans l'atmosphère. Elle reste ensuite stationnaire (quoique les feuilles et les tiges acquièrent des dimensions considérables) jusqu'au moment où la graine commence à se former.

Pendant la période du développement des graines, le sucre disparaît avec rapidité.

On observe cependant une certaine diminution de sucre au moment de la floraison ; je ferai remarquer à cet égard qu'il est impossible de rencontrer des tiges de betteraves ne portant exclusivement que des fleurs ; lorsque celles-ci sont épanouies, il y a déjà des graines sur les sommités des rameaux.

3.° La potasse augmente aussi d'une manière très notable à l'époque de la formation des graines. La betterave qui a accompli sa végétation, en contient environ cinq fois plus que la racine normale.

On peut admettre que la potasse existe alors en grande partie dans la betterave, à l'état de nitrate, car, lorsqu'on commence l'incinération de la pulpe sèche, pour doser l'alcali, une vive déflagration a lieu dans toute la masse. Du reste, M. Péligot a déjà signalé l'abondance de salpêtre dans la betterave épuisée de sucre à la fin de sa végétation.

Si l'on considère que le sucre est un élément carboné par excellence, sa permanence dans la racine, jusqu'au moment de la forma-

tion des fruits et pendant le développement considérable que prennent les tiges et les feuilles, est un fait digne de remarque.

On est conduit naturellement à admettre que le carbone parvient aux organes foliaires à l'état d'acide carbonique, soit en dissolution dans l'eau par la racine, soit par l'intermédiaire de l'air atmosphérique, probablement par les deux voies, sans qu'il y ait une élaboration préalable du carbone par la racine. Du reste, dans un prochain travail, je démontrerai que les feuilles de la betterave assimilent une grande quantité de carbone empruntée à l'air atmosphérique.

Il m'a paru intéressant aussi, de déterminer les autres éléments importants de la betterave épuisée de sucre par l'accomplissement de sa végétation, tels que l'azote, le ligneux, etc., et de comparer les chiffres obtenus avec ceux que donne la betterave normale, c'est-à-dire celle qui n'a vécu qu'une seule année.

M. Boussingault a trouvé que la composition de la betterave normale de Silésie peut se réprésenter par les chiffres suivants :

Eau........................	84.000
Sucre, pectine, etc............	11.700
Ligneux.....................	2.000
Matières grasses..............	0.100
Albumine....................	1.600
Chlorures, phosphates, potasse, soude, silice, etc............	0.600
	100,000

Cette betterave contenait 0.250 pour cent d'azote de son poids, à l'état normal.

J'ai trouvé de mon côté dans la betterave à sucre analysée au mois de novembre, 0 g. 258 d'azote.

Ces deux résultats sont aussi concordants qu'on peut le désirer.

Voici l'analyse plus détaillée de la betterave citée à la fin du tableau précédent, c'est-à-dire de celle qui a donné des graines mûres :

Eau		90.250
Sucre		0.000
Ligneux		2.950
Albumine, acide organique et nitrique.....................		4.580
Alcali, (potasse caustique)	1.351	
Silice, chlorures	0.769	2.120
Acide phosphorique......	0.000	
		100.000

L'azote entrait dans la composition de cette betterave pour la proportion de 0.221 pour cent.

Si l'on compare ces deux analyses, on voit. outre ce que nous avons déjà remarqué :

1.° Que le ligneux semble augmenter dans une certaine proportion dans la betterave qui a donné des graines mûres ; mais cette augmentation n'est pas aussi considérable qu'on serait tenté de le supposer, en raison de la nature fibreuse de cette betterave.

2.° La cendre augmente notablement aussi. Cette augmentation est due surtout à de la potasse et de la silice.

3.° Si l'on compare les quantités d'azote contenues dans ces deux sortes de betteraves on remarque qu'elles sont presque semblables. On se tromperait cependant si l'on croyait que les matières organiques azotées n'ont pas diminué dans la racine portè-graines. Une grande partie de l'azote de cette dernière provient du nitrate de potasse qu'elle contient.

En admettant avec M. Péligot que cette racine renferme à la fin de sa végétation 0 g. 9 pour cent de nitrate de potasse, il s'y trouve 0,124 d'azote dus à l'acide nitrique, et, conséquemment, l'azote qui appartient à la matière organique, ne s'élève qu'à 0.097.

L'azote de la betterave normale présente moins d'incertitude, parce que, sauf quelques cas spéciaux, cette racine ne renferme qu'une faible quantité de nitrate de potasse.

Enfin, j'ai terminé ce travail par la recherche de l'acide phosphorique dans la betterave ayant porté des graines arrivées à maturité. A cet effet, j'ai incinéré une racine entière, avec les précautions usitées quand on opère sur des matières organiques chargées de potasse, c'est-à-dire que j'ai lavé la cendre encore noire avec un peu d'eau bouillante, j'ai séparé la dissolution et j'ai soumis ensuite la partie insoluble à une seconde incinération qui a eu lieu complètement.

J'ai traité cette cendre par un léger excès d'acide sulfurique, et j'ai fait bouillir ensuite avec le liquide de lavage saturé aussi par le même acide.

Le liquide filtré a été étendu par de l'alcool jusqu'à séparation complète du sulfate de chaux. J'ai filtré de nouveau, chassé l'alcool et recherché l'acide phosphorique dans le liquide rendu alcalin par de l'ammoniaque, en y ajoutant du sulfate de magnésie.

Le dépôt de phosphate ammoniaco-magnésien fut peu appréciable, il n'y avait donc plus d'acide phosphorique dans cette betterave.

Le même traitement, appliqué à la betterave de première année, a déterminé au contraire un précipité abondant de phosphate ammoniaco-magnésien.

Ce précipité a été lavé et incinéré, et j'ai obtenu, en opérant sur 500 grammes de racine à l'état normal, 0 g. 610 de pyrophosphate de magnésie, ce qui représente 0.077 pour cent d'acide phosphorique.

Il ne restait plus qu'à chercher cet acide dans la graine de betterave elle-même, j'en ai fait l'analyse et j'ai obtenu les résultats suivants :

Eau		10.500
Matières organiques		83.224
Acide phosphorique	0.746	
Alcali, potasse caustique	0.394	6.276
Magnésie	0.215	
Chlorures, silice, chaux, etc.	4.921	
		100.000

Il faut donc conclure de ces observations que l'acide phosphorique disparaît totalement de la betterave pendant la deuxième période de sa végétation pour se rendre dans la graine. Je démontrerai, dans un prochain travail, que cet acide joue un rôle important dans le phénomène de la germination.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES,
DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

MÉMOIRE

SUR

LA PRODUCTION DU GAZ ACIDE CARBONIQUE

PAR LE SOL, LES MATIÈRES ORGANIQUES ET LES ENGRAIS,

Par M. CORRENWINDER, Membre résidant

Séance du 18 septembre 1857

On sait, depuis de Saussure, que les substances organisées, humectées et exposées à l'air, s'emparent de l'oxigène, l'absorbent en partie, et qu'il y a production d'eau avec leur hydrogène et d'acide carbonique aux dépens de leur carbone.

Ainsi cet éminent observateur a remarqué que des feuilles humides, du terreau, de la sciure de bois, etc., produisent par leur altération à l'air une certaine quantité d'acide carbonique.

Il y a quelques années, je me proposai de répéter ces observations, et je disposai un appareil propre à me rendre compte de la quantité d'acide carbonique que produisent les matières organiques lorsqu'elles sont soumises à l'action de l'air atmosphérique.

Les résultats que j'ai obtenus m'ayant paru offrir un certain intérêt, j'ai pris la résolution de les faire connaître, en me bornant à mentionner ce qu'ils ont de plus saillant.

L'appareil dont je me suis servi dans ces recherches était composé :

1.° D'une boule de Liebig A contenant de la potasse en dissolution

concentrée. Cette potasse était destinée à retenir l'acide carbonique de l'atmosphère.

2.° D'une éprouvette B contenant de l'eau de baryte pour témoigner que l'acide carbonique de l'air était retenu par la potasse de la boule A.

3.° Une grande cloche C sous laquelle je plaçais les matières à observer.

5.° Une éprouvette D contenant de l'eau de baryte destinée à absorber l'acide carbonique produit dans la cloche C.

5.° Une deuxième éprouvette E pour s'assurer que tout le gaz acide carbonique produit est retenu par l'éprouvette D.

6.° Enfin un grand aspirateur de 50 litres environ, destiné à faire passer de l'air pur à travers tout le système qui vient d'être décrit, avec une vitesse régulière et constante.

Il n'est pas nécessaire d'entrer dans de plus grands détails sur les soins à donner au montage et dans la marche de cet appareil. Il me suffira de dire que toutes les précautions ont été prises pour éviter les erreurs.

La cloche C, dont les bords inférieurs avaient été usés, était placée sur une plaque de verre dépoli, et on lutait la base de la cloche avec du mastic de vitrier. On s'est assuré plusieurs fois que l'appareil seul, mis en train pendant un temps assez long ne donnait pas la moindre trace d'acide carbonique.

Expériences sur les sols.

Première expérience.

Le 12 juin 1851, je plaçai sous la cloche de mon appareil, un pot à fleurs dans lequel je mis de la terre de jardin. Cette terre était peu argileuse et n'avait pas été fumée depuis longtemps. Elle présentait la composition suivante :

Eau..............	31	90
Matières organiques..	13	70
— minérales...	54	40
	100	00

La surface supérieure de la terre mise en expérience, était de 50 centimetres carrés et la hauteur de la couche d'environ 8 centimètres.

Avant de mettre de l'eau de baryte dans l'éprouvette récipient D, je fis fonctionner l'aspirateur pendant fort longtemps, afin d'enlever tout l'acide carbonique qui pouvait se trouver dans l'air de la cloche et dans la terre même du pot. Je mis ensuite la dissolution limpide d'eau de baryte dans cette éprouvette et je réglai le robinet de l'aspirateur pour avoir un écoulement lent et régulier (1). Après un certain temps, le liquide barytique blanchit, se troubla, et au bout de 24 heures, quand je cessai l'opération, un dépôt considérable de carbonate de baryte s'était produit dans l'éprouvette récipient. Je le jetai rapidement sur un petit filtre taré, je le lavai avec de l'eau saturée de carbonate de baryte et le desséchai avec soin. J'obtins ainsi 0 g. 22 de carbonate de baryte, ce qui représente environ 0 g. 05 d'acide carbonique ou 25 centimètres cubes.

Pour fixer les idées on peut calculer qu'une couche d'un hectare de terre semblable à celle mise en expérience, et d'une épaisseur de huit centimètres, fournirait en 24 heures la quantité de 500 hectolitres d'acide carbonique.

Deuxième expérience.

Le premier juillet 1851, je plaçai sous ma cloche un pot de même surface que le précédent, contenant de la terre plus argileuse. Le dépôt de carbonate de baryte, en 24 heures, fut de 0 g. 13, ce qui représente 14 centimètres cubes 6/10 d'acide carbonique ou environ 300 hectolitres pour un hectare.

Troisième expérience.

Le lendemain je remuai la terre du pot avec un couteau, de maniere à imiter jusqu'à un certain point l'effet des labours et renouveler les surfaces. J'obtins en 24 heures 0 g. 17 de carbonate de baryte, ce qui

(1) La vitesse de l'écoulement fut réglée une fois pour toutes à 60 litres en 24 heures.

représente 19 centimètres cubes 3/10 d'acide carbonique ou 400 hectolitres environ par hectare.

Quatrième expérience.

J'ai fait tout récemment (10 juillet), une nouvelle expérience sur de la terre cultivée, prise à la surface d'un champ de betteraves succédant à une récolte de blé.

Pour opérer avec une certaine rigueur, j'enlevai à la surface du champ et en divers endroits, une grande quantité de terre qui fut mélangée convenablement, j'en pris ensuite une moyenne que je plaçai dans un pot à fleurs, et je tassai légèrement.

La surface de la terre mise en expérience était de 63 centimètres carrés 6/10, et sa hauteur 8 à 9 centimètres. Elle avait la composition suivante :

Eau	12 50	100
Matières organiques	4 80	
Argile, etc	82 70	

Le champ où elle avait été recueillie n'avait pas été chaulé depuis sept ans. Il avait reçu du fumier de ferme avant l'hiver et des tourteaux de colza, en mars, dans la proportion de 3,300 k. à l'hectare. Cette terre était argileuse, ne contenait pas de carbonate de chaux, mais elle avait été bien ameublie par des labours multipliés. Le tourteau qu'on avait répandu à la surface du sol et hersé, était dans un état d'altération avancé et couvert de moisissures.

Le pot ayant été placé sous la cloche de l'appareil, je fis d'abord marcher l'aspirateur sans recueillir le gaz pendant un temps assez long.

L'expérience dura quatre jours :

Le premier jour j'obtins, en 12 h., un dépôt de carbonate de baryte qui, lavé à l'eau bouillante et séché, pesait.......... 0 g. 505

Le deuxième jour, le dépôt fut de............... 0 g. 470

Le troisième jour, il fut de.................... 0 g. 450

Enfin le quatrième jour, il fut de .... 0 g. 400

Soit en moyenne en 12 heures.................. 0 g. 456
Ou en 24 heures.......................... 0 g. 912

Pendant les trois premiers jours la température varia de 20 à 25°. Le dernier jour elle s'éleva, à midi, jusqu'à 30 à 35°.

On remarquera que le carbonate barytique décrut assez régulièrement d'un jour au suivant. Il faut attribuer cette circonstance à la diminution d'humidité de la matière mise en expérience, et peut-être à d'autres causes qu'il est bien difficile d'apprécier. Quant à la température, que j'ai examinée avec soin, elle n'exerce pas d'action prononcée sur ce phénomène dans des limites aussi faibles, ou plutôt son influence est probablement neutralisée en partie par le dessèchement de la terre et de la matière organique en décomposition.

Quoi qu'il en soit, on peut conclure du chiffre obtenu, qu'en 24 heures la terre contenue dans le pot mis en expérience a fourni 0 g. 202 d'acide carbonique ou environ 100 centimètres cubes, ce qui équivaut à 15 litres 70 c. par mètre carré ou 1570 hectolitres par hectare.

On remarquera que dans l'expérience N.° 1, la terre contenait beaucoup plus de matières organiques que celle de l'expérience N.° 4 et cependant que la dernière a fourni une quantité d'acide carbonique plus considérable. Il en résulte que la production de ce fluide élastique, dans ces circonstances, dépend de la facilité avec laquelle l'agent fertilisant est susceptible de s'altérer. Dans le premier cas la terre contenait de l'humus, qui se décompose avec lenteur, dans le second elle était fertilisée par des tourteaux dont les effets sont beaucoup plus actifs, mais ont moins de durée.

Sans attacher aux chiffres trouvés par ces expériences une signification absolue, ils démontrent néanmoins combien est considérable la quantité d'acide carbonique produite dans un champ bien cultivé et bien fumé, et prouvent, il me semble, d'une manière irrécusable, que la plus grande partie de ce fluide élastique qui s'exhale de la terre doit être assimilée directement par les feuilles des végétaux. On ne concevrait pas autrement pourquoi la quantité d'acide carbonique trouvée dans l'air est si peu considérable.

On verra du reste par les expériences suivantes que les engrais en putréfaction fournissent des volumes d'acide carbonique tout-à-fait inattendus.

On a dû remarquer, dans la troisième expérience, que j'ai obtenu un dégagement plus abondant de gaz carbonique en remuant le sol pour renouveler les surfaces, et imiter jusqu'à un certain point l'effet des labours, des binages et des sarclages profonds. Il est évident que par cette opération on soumet à l'action comburante de l'oxigène de l'air de nouvelles molécules de matières organiques, préservées jusqu'alors par le tassement du sol. Il y a bien longtemps qu'on suit cette pratique en Angleterre. « Je n'obtiens jamais de meilleure récolte en turneps, dit lord Leicester, qu'en remuant profondément le sol entre les lignes » ; moi-même j'ai pu apprécier les bons résultats obtenus par cette opération.

On attribuait exclusivement les effets des labours et des binages profonds à la destruction des mauvaises herbes, à l'ameublissement du sol qui permet à l'air d'arriver jusqu'aux racines et à la désagrégation des argiles qui met en liberté les alcalis nécessaires à la végétation. Je ne nie pas certainement que tous ces effets réunis des défoncements et des binages ne soient de la plus grande efficacité, mais je pense aussi qu'il faut attribuer, pour une bonne part, l'utile influence de ces opérations mécaniques à la production plus abondante d'acide carbonique qu'elles occasionnent dans les sols cultivés.

Expériences sur les engrais

Cinquième expérience.

Le premier août 1851 je plaçai sous ma cloche le même pot employé dans le premier essai, après y avoir mis de la bouze de vache fraîche. L'opération marcha pendant 24 heures, température 20°.

Il est inutile de répéter que j'avais pris le soin, avant de recueillir l'acide carbonique produit, de faire marcher l'aspirateur pendant quelques heures pour balayer l'air et l'acide carbonique contenus dans la cloche et dans l'engrais.

Le poids du carbonate de baryte obtenu fut de 0 g. 545 en 24 heures, ce qui représente 62 centimètres cubes d'acide carbonique pour une surface de 50 centimètres carrés et une hauteur de huit centimètres, ou 12 litres 4 décalitres par mètre carré, ou enfin 1240 hectolitres pour un hectare, en supposant toutes les conditions semblables

Le lendemain le poids de carbonate de baryte obtenu fut de 0 g. 525, résultat peu différent de celui de la veille.

Enfin ayant conservé de la bouze de vache pendant 4 jours et l'ayant soumise à la même expérience, j'obtins, en 24 heures, 1 g. 120 de carbonate barytique, (température 23 à 25°), ce qui équivaut à 126 centimètres cubes d'acide carbonique, la surface du pot employé étant de 63 centimètres 6/10 et la hauteur de l'engrais de 8 centimètres environ.

On peut calculer de là qu'une couche de bouze de vache dans le même état d'altération, ayant 1 mètre carré de surface et 8 centimètres d'épaisseur, fournirait, en 24 heures, 19 litres 8 ou (nombre rond) 20 litres d'acide carbonique, et conséquemment qu'un hectare en produirait 2000 hectolitres.

Sixième expérience.

J'opérai ensuite avec du fumier de ferme pailleux et j'obtins, en 24 heures 0 g. 525 de carbonate barytique, ce qui équivaut à environ 1200 hectolitres d'acide carbonique pour une couche d'un hectare, supposée dans les mêmes conditions de tassement, de température, d'épaisseur et de composition chimique que dans mon expérience.

Septième expérience.

Enfin le 10 août (température 20°), je fis quelques essais avec du crottin de cheval frais, j'obtins le premier jour, en 24 heures, une quantité d'acide carbonique équivalant à environ 5 litres pour une couche d'un mètre carré de superficie et 8 centimètres de hauteur, ce qui représente 500 hectolitres à l'hectare. Cet engrais récent n'en fournit donc qu'une quantité modérée. Ne doutant pas que la production de ce gaz ne devînt plus considérable à mesure que l'engrais entrait en fer-

mentation, j'abandonnai pendant quatre jours le crottin de cheval sous une cloche. Il commençait alors à s'échauffer et à répandre une mauvaise odeur ; je le soumis à l'observation.

Au bout de quelques heures la quantité d'acide carbonique produite fut si abondante que la baryte de l'éprouvette récipient fut totalement saturée. Je ne pus faire durer mon expérience que pendant 6 heures, et j'obtins 0 g. 975 de carbonate de baryte, qui représente 440 centimètres cubes d'acide carbonique, en 24 heures, pour une surface de 50 centimètres carrés. Cette quantité équivaut à 88 litres par mètre carré ou enfin à l'énorme proportion de 8800 hectolitres par hect.

Expériences sur diverses matières organiques.

Pour compléter ces recherches, je fis des essais avec un certain nombre de matières organiques de différentes espèces, telles que du coton, du lin écru et filé, du guano, du sucre et même du charbon de bois.

Le sucre sec et pur ainsi que le charbon de bois humide, ne produisirent pas d'acide carbonique. Le guano imbibé d'eau n'en fournit qu'une quantité assez faible, ce qui s'explique par sa composition chimique et la nature de ses éléments.

Huitième expérience.

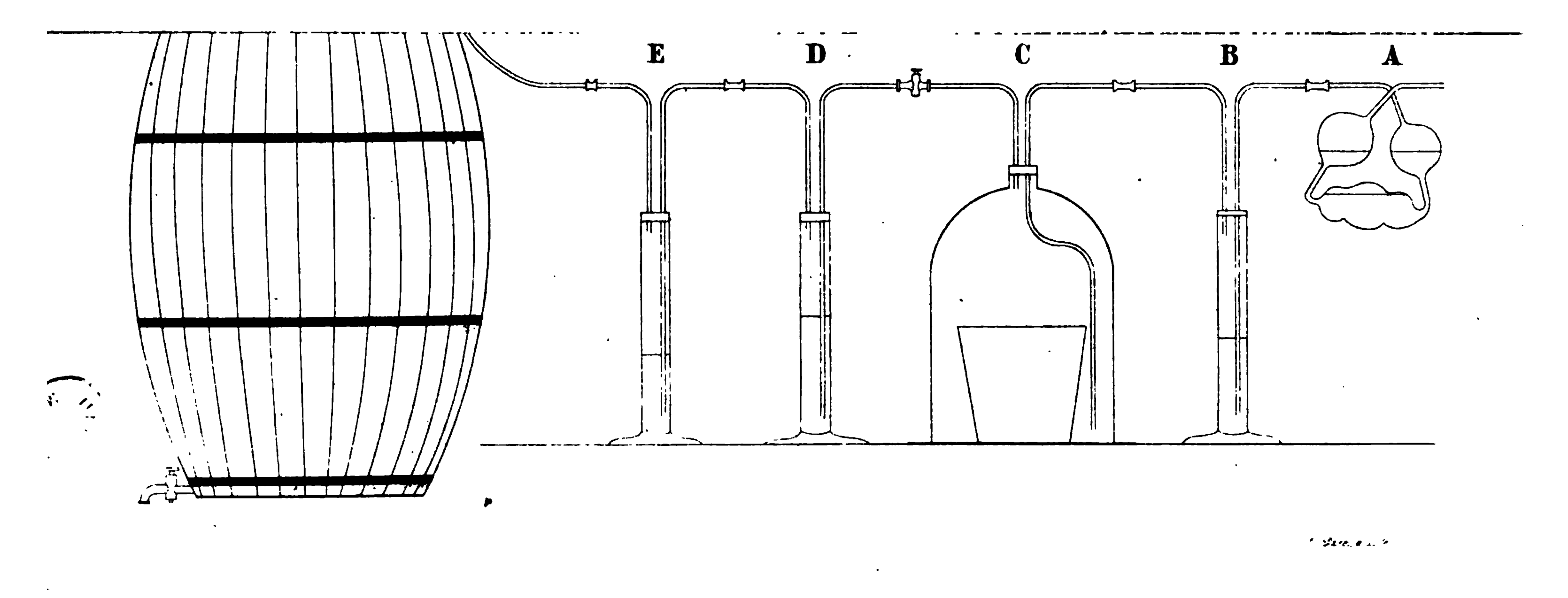
Le lin filé et écru, trempé dans l'eau et tordu légèrement, produisit une quantité d'acide carbonique considérable. Un écheveau de 50 gr. mis sous la cloche de l'appareil fournit le premier jour, en 6 heures, (la température étant de 25 à 30°), 1 g. de carbonate barytique, ce qui représente environ 9 litres d'acide carbonique pour 1 kil. de ce fil, en 24 heures.

Après avoir séjourné quelques jours dans la cloche, ce même écheveau de lin me donna, en 24 heures, un dépot de carbonate de baryte pesant 4 g. 272, ce qui équivaut, pour un kil., à environ 11 litres d'acide carbonique.

D'après les essais qui précèdent, on voit que la quantité d'acide carbonique fournie aux végétaux par l'altération des matières orga-

niques à la surface du sol est plus considérable qu'on ne le suppose jusqu'à ce jour. On admet assez généralement que l'acide carbonique nécessaire à la végétation est dû, en presque totalité, à la respiration des animaux, et l'on établit entre les deuxrègnes une pondération, une solidarité trop absolue peut-être, si l'on envisage attentivement la grande quantité de carbone qui se fixe tous les ans dans la masse de végétaux qui recouvre les sols cultivés, et comparativement la quantité relativement faible d'acide carbonique fournie par la respiration animale.

Mes expériences sont destinées, il me semble, à démontrer que si l'on doit prendre en considération la source d'acide carbonique qui émane de la respiration animale, de la combustion accidentelle des foyers et des volcans, il est plus conforme à la nature des choses d'attribuer à l'acide carbonique produit à la surface du sol, la plus grande part dans l'alimentation des végétaux. Il est rationnel d'admettre, d'après ce qui précède, que les végétaux sont placés à la surface de la terre dans un océan chargé de gaz carbonique se renouvelant sans cesse, et en quantité d'autant plus abondante que la température est plus élevée, le sol plus humide, circonstances qui activent la décomposition des engrais. Les analyses si précises qu'a faites M. Boussingault, de l'air confiné dans le sol, justifient cette manière de voir, et je n'ai du reste pas d'autre prétention que de confirmer par mes expériences les vues si judicieuses de cet illustre observateur.


E
D
C
B
A

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES,
DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

EXPÉRIENCES

SUR LA

PUISSANCE FERTILISANTE DE QUELQUES TOURTEAUX DE GRAINES OLÉAGINEUSES,

Par M. CORRENWINDER. Membre résidant.

(*Séance du* 18 *septembre* 1857.)

Dans le but de déterminer la puissance fertilisante de quelques tourteaux de graines oléagineuses exotiques, offerts sur le marché de de Lille à meilleur compte que les tourteaux indigènes, et engager ainsi les cultivateurs à en faire usage, je me décide à publier les résultats des expériences que j'ai faites, conjointement avec M. Jules Lepercq, un des plus habiles cultivateurs de l'arrondissement de Lille, sur la culture des betteraves fumées avec diverses sortes de tourteaux exotiques et indigènes.

Au mois d'avril 1855, après avoir préparé, par des labours et des hersages, un champ sur lequel on avait récolté précédemment de l'avoine, et qui se trouvait conséquemment fort appauvri en engrais, nous l'avons divisé en parcelles de 2 ares 21 centiares chacune (25 verges), et nous les avons fumées séparément.

1.° Avec 100 kil. de tourteaux d'arachides non décortiqués.

2.° — 100 — de sésame.

3.° Avec	100 kil.	de tourteaux	de touloucouna (1).
4.° —	100	—	d'œillette.
5.° —	100	—	de caméline.
6.° —	100	—	de colza.
7.° —	100	—	de chanvre

On a ensemencé ces parcelles avec la même quantité de graines (250 grammes pour chacune d'elles) de la même espèce. Les sarclages ont été faits à la même époque et par le même ouvrier ; les plantes espacées, autant que possible, à la même distance, en un mot, toutes les précautions ont été prises pour se mettre à l'abri des causes d'erreur.

Les prix des tourteaux employés étaient les suivants :

Arachides non décortiqués	12 fr.	»
Sésame	15	50
Touloucouna	13	50
OEillette	19	»
Caméline	18	50
Colza	18	»
Chanvre	18	»

Au mois d'octobre 1855 on a fait la récolte des betteraves et déterminé séparément le rendement de chaque parcelle.

Ces rendements ont été les suivants :

1.°	Fumure de tourteaux d'arachides bruts...	1,452	kil.
2.°	— de sésame	1,511	»
3.°	— de touloucouna	1,320	»
3.°	— d'œillette	1,585	»
4.°	— de caméline	1,325	»
6.°	— de colza	1,278	»
7.°	— de chanvre	1,200	»

(1) Le touloucouna est le fruit du carapa touloucouna de la Sénégambie.

Ces betteraves ont été vendues a raison de 20 fr. les 1,000 kil. Si l'on déduit des sommes réalisées le coût de 100 kil. de chaque espèce de tourteaux, on trouve qu'il est resté pour payer la façon, la location du terrain, etc.

1.° Arachides bruts, 1,452 kil. à 20 fr...	29	04
100 kil. de tourteaux...............	12	»
	17	04
2.° Sésame, 1,511 kil. à 20 fr..........	30	22
100 kil de tourteaux................	15	50
	14	72
3.° Touloucouna, 1,320 kil à 20 fr.......	26	40
100 kil. de tourteaux......	13	50
	12	90
4.° OEillette, 1,585 kil. à 20 fr.........	31	70
100 kil. de tourteaux	18	50
	12	70
5.° Caméline, 1,326 à 20fr............	26	52
100 kil. de tourteaux........... ...	18	50
	8	02
6.° Colza, 1,278 kil. à 20 fr...........	25	56
100 kil. de tourteaux....	18	»
	7	56
7.° Chanvre, 1,200 kil. à 20 fr	24	»
100 kil. de tourteaux...............	18	»
	6	»

On voit par cet exemple que les avantages réalisés avec les tourteaux exotiques ont été supérieurs à ceux obtenus avec les tourteaux indigènes. Il est à regretter conséquemment que les premiers soient

complètement délaissés, même dans l'arrondissement de Lille, si réputé, à juste titre, pour sa bonne agriculture.

Avant de publier ces expériences, nous avons voulu attendre la récolte de blé qui a succédé cette année aux betteraves, et qui n'a reçu aucune fumure. On pouvait supposer que les effets plus prononcés que certains tourteaux avaient produits sur les betteraves, l'année précédente, provenaient de ce qu'ils étaient plus actifs (plus chauds) que les autres. A la dernière moisson nous avons examiné ce blé avec attention et nous n'y avons pas remarqué de différence appréciable.

La puissance fertilisante des tourteaux d'arachides et de touloucouna est confirmée par l'analyse chimique ; voici la composition que j'ai pu leur assigner par mes essais.

Tourteaux d'arachides bruts (non décortiqués).

Eau	9,50
Huile	6,47
Albumine végétale (matières azotées)	32,26
Matières organiques non azotées	45,17
Cendres	6,60
	100,00

Tourteaux de touloucouna.

Eau	12,50
Huile	4,46
Albumine (matières azotées)	27,31
Matières organiques non azotées	50,91
Cendres	4,82
	100,00

Leurs dosages en azote sont les suivants :

Tourteaux d'arachides bruts	5,163	pour 100.
— de touloucouna	4,370	»
Suivant M. Boussingault le tourteau de sésame contient	6,800	»

Si l'on compare ces chiffres avec celui de 4,92 (1) qui indique d'après M. Boussingault, la richesse en azote des tourteaux de colza, on se rend compte de la puissance fertilisante des tourteaux exotiques ; je n'hésite pas dès-lors à conseiller aux cultivateurs de les utiliser, d'autant plus que mes essais pratiques ne laissent pas le moindre doute sur leur efficacité.

Tous les hommes habitués à la pratique de l'agriculture reconnaîtront que les expériences sur les betteraves sont très-difficiles et présentent un certain degré d'incertitude, provenant surtout de ce que la levée de la graine ne se fait pas toujours avec une régularité parfaite ; ainsi, on est obligé souvent de repiquer des jeunes plantes à la place où la graine a manqué, et ces jeunes plantes n'arrivent jamais à un développement aussi prononcé que là où la graine a germé convenablement.

Il ne faudrait donc considérer les chiffres de rendement indiqués plus haut que comme des approximations, et non pas comme indiquant d'une manière absolue les rapports des valeurs fertilisantes des tourteaux employés.

Ces chiffres prouvent seulement ce que je voulais démontrer : que les tourteaux exotiques sont d'aussi bons engrais que les tourteaux indigènes et que les cultivateurs ont tort de ne pas les utiliser.

Actuellement tous les tourteaux exotiques fabriqués à Lille, et en particulier les arachides et les sésames, sont expédiés en Angleterre. Leur valeur commerciale est augmentée à leur arrivée chez nos voisins du prix du transport par chemin de fer ou par bateaux, du frêt et des droits de sortie de 2 fr. 25 les 100 kil.

Il est donc déplorable que les agriculteurs français, manquant d'initiative, se laissent enlever des produits fertilisants qu'ils peuvent se procurer à des prix inférieurs et dont la présence sur le marché aurait toujours pour résultat de diminuer le coût des tourteaux indigènes.

---

(1) J'ai trouvé dans le tourteau de colza des environs de Lille, 5,285 pour 100 d'azote.

soit pour l'augmentation de population 2,846. Vu l'excédant des naissances relaté plus haut, l'augmentation de population a donc lieu de la manière suivante : 1,557 pour 100 habitants par l'excédant des naissances sur les décès, 2,203 pour 100 habitants par l'excédant des immigrations sur les émigrations ; en d'autres termes 41,32 pour 100 de l'augmentation est dû à l'excédant des naissances, et 58,67 pour 100 de l'augmentation, à l'excédant des immigrations.

Mortalité de 1856 comparée à celles des années précédentes

En 1856, pour une population de 78,641, la mortalité a été de 2,374, non compris 189 mort-nés, elle se trouve un peu en dessous de la moyenne des cinq dernières années, qui s'élève à 2,383.

En prenant pour chaque année la population totale du recensement de 1851, augmentée chaque année de l'excédant des naissances sur les décès, on obtient le tableau suivant.

Années.	Population.	Décès.	Proportion pour 1000 hab.	1 décès pour
1851	75,795	2082	27.46	36.79 habit.
1852	76,288	2018	26.46	37.80
1853	76,714	2274	29.64	33.73
1854	77,023	2654	34.45	25.21
1855	77,085	2596	33.68	29.69
1856	78,641	2374	30.18	33.12

Si l'on procède de la même manière pour la population fixe seulement, on obtient le tableau suivant, qui ne change pas l'ordre de chacune des années relativement à la mortalité :

Années.	Population.	Décès.	Proportion pour 1000 hab.	1 décès pour
1852	68,956	1693	24.55	40.70 habit.
1853	69,382	1862	26.83	37.26
1854	69,691	2229	31.98	31.26
1855	69,753	2025	29.03	34.44
1856	71,286	1991	27.79	35.98

Ces deux tableaux démontrent que l'année 1854 fut celle des cinq dernières années où la mortalité fut la plus forte : on se rappelle la

cherté des denrées alimentaires pendant cette année. On y voit aussi que notre mortalité est supérieure à la mortalité moyenne de la France, qui n'est que de 1 pour 41 habitants (1).

Naissances de 1856 comparées à celles des années précédentes

Les naissances se sont élevées à Lille, en 1856, à 2,732; elles excèdent donc les décès de 358. Ce chiffre de 2,732 est le plus élevé des cinq dernières années : il dépasse de 121 la moyenne, qui est de 2,611

En procédant pour les naissances comme ci-dessus pour les décès, c'est-à-dire, en ajoutant chaque année l'excédant des naissances à la population recensée en 1851, on obtient le tableau suivant :

Années.	Population.	Naissances.	Proportion pour 1000 hab.	Une naissance pour
1852	76,288	2444	32.03	31.21 habit.
1853	76,714	2583	33.67	29.69
1854	77,023	2716	35 26	28.35
1855	77,085	2582	33.49	29.85
1856	78,641	2732	34.74	28 78

Ce qui nous montre que la moyenne des naissances est aussi plus élevée à Lille, puisque la moyenne des naissances, pour la France, n'est que de 1 pour 34 habitants.

Les naissances se divisent en 1,365 garçons et 1,367 filles. Pour la France, les naissances moyennes annuelles des garçons excèdent d'un seizième celles filles ; ici nous avons un très-léger excédant contraire. Elle se divisent encore en 2,189 enfants légitimes et 543 enfants naturels ; soit une naissance légitime pour 35,92 habitants, et une naissance naturelle pour 144,82 habitants ; ou 1 naissance naturelle sur 5,03 naissances.

D'après M. Moreau de Jonnès, ce rapport est en moyenne de 1 pour 3 à Paris, et en moyenne de 1 sur 4 à Lille ; il y aurait donc diminution, cette année, de naissances naturelles. Il se trouve, d'après le même auteur, de 1 sur 20 à Grenoble, et de 1 sur 30 à Londres, résultat bien extraordinaire, dont il me paraît difficile de faire connaître les causes.

(1) Annuaire du bureau des longitudes.

MORTALITÉ A LILLE

PAR APPAREIL, MALADIE, SEXE,

APPAREILS.	NOMBRE DE CAS.	DÉSIGNATION des maladies.	SEXE Masculin.	Féminin.	AGÉ DE 1 an.	1 à 5	5 à 10	10 à 20	20 à 30	30 à 40	40 à 50	50 à 60	60 à 70	70 à 80	80 à 90	90 à 100
		Mort-nés (sexe indét. VIII)	C	LXXXI	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Sensitif.		Congest. céréb. Apoplexie	51	60	4	4	3	»	1	»	14	18	28	30	9	»
		Convulsion	54	66	85	34	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
		Méningite	68	44	17	63	12	2	6	4	2	1	1	1	»	»
	385	Ramolliss. cerveau, moëlle	13	25	»	»	»	»	1	5	7	5	6	10	4	»
		Epilepsie, tétanos	»	4	»	»	»	»	1	1	»	1	1	»	»	»
		Hydrocéphal., hydro rach.	1	2	1	»	»	»	»	2	»	»	»	»	»	»
Respiratoire.		Cong. pulm., pneumonie.	89	79	28	47	2	3	2	5	7	16	25	24	8	1
		Pneumonie chronique	65	44	»	4	»	»	»	3	11	38	33	20	»	»
		Phthisie	147	175	4	17	17	44	81	94	45	20	»	»	»	»
	739	Coqueluche	32	41	25	44	4	»	»	»	»	»	»	»	»	»
		Asthme	22	20	1	»	»	»	»	»	1	11	11	16	2	»
		Croup, angine	10	14	5	15	3	»	1	»	»	»	»	»	»	»
		Cancer du poumon	1	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»
Circulatoire.		Aff. org. du cœur, anévrys.	46	39	2	1	2	9	4	10	15	13	18	8	3	»
		Hydropisie	25	37	2	5	1	1	5	7	9	11	10	10	1	»
	163	Phlébite, résorp. purul.	5	2	»	»	»	»	3	»	2	»	»	2	»	»
		Rhumatisme	2	4	»	»	1	»	»	»	2	1	1	»	1	»
		Hémorrhagie	3	»	»	1	»	1	1	»	»	»	»	»	»	»
Digestif.		Gastro-entérite	34	30	28	13	3	»	»	1	»	5	8	6	»	»
		Entérite	103	110	84	81	5	3	2	5	4	11	11	6	1	»
		Fièvre typhoïde	66	54	2	39	16	9	38	9	3	2	»	2	»	»
		Hépatite, ictère nouv.-nés.	7	2	3	»	»	»	»	»	»	2	1	3	»	»
		Péritonite	1	5	»	»	»	»	»	1	3	1	1	»	»	»
		Hernie étranglée	3	2	»	1	»	»	»	1	»	»	3	»	»	»
	461	Cancer de l'estomac	18	11	»	»	»	»	1	2	1	8	7	5	»	»
		» du foie	»	5	»	»	»	»	»	»	»	1	2	2	»	»
		» de l'intestin	5	2	»	»	»	»	»	2	»	3	»	1	1	»
		» de l'œsophage	»	1	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»
		» de la langue	1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»
		» du pharynx	1	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»
		Choléra sporadique	1	3	»	1	»	»	1	1	1	»	»	»	»	»
		Typhus	1	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»
Genito urinaire.		Métro-péritonite puerpér.	»	23	»	»	»	»	9	11	3	»	»	»	»	»
		Cancer de l'utérus	»	16	»	»	»	»	»	4	8	»	4	5	»	»
		Aff. voies urinaires	10	»	»	»	»	»	2	»	1	1	1	5	»	»
		Cancer des seins	»	5	»	»	»	»	»	»	2	»	3	»	»	»
	59	Cancer de l'ovaire	»	1	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»
		Polype utérin	»	1	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»
		Métrite chronique	»	2	»	»	»	»	1	»	»	1	»	»	»	»
		Rupture de l'utérus	»	1	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»

PENDANT L'ANNÉE 1856.

AGE, MOIS ET ARRONDISSEMENT URBAIN.

MOIS DE												ARRONDISSEMENTS					TOTAL.	Proportion sur 100 décès.
Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.	1er	2e	3e	4e	5e		
XIV	XI	XXVI	XXIII	XIV	XIII	XIX	XIV	X	XXII	XV	XIII	LXIII	XXIX	LVI	XIII	XXVII	189	»
13	4	7	11	7	13	11	5	14	7	9	10	21	36	31	9	14	111	4,67
12	13	18	8	9	8	12	10	6	4	10	10	43	32	18	7	20	120	5,05
11	11	6	15	12	11	13	7	5	5	8	5	33	14	31	16	15	109	4,59
»	4	2	5	8	3	3	2	1	4	4	2	9	12	9	4	4	38	1,60
»	»	2	»	1	»	»	»	»	»	»	1	2	1	1	»	»	4	0,16
»	2	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	3	»	»	»	»	3	0,12
16	15	11	14	16	12	6	6	12	13	23	24	37	47	33	14	32	168	7,07
13	15	6	10	9	10	5	5	8	10	7	11	26	32	27	15	9	109	4,59
25	28	32	32	28	34	26	24	22	22	21	28	73	66	79	47	57	322	13,52
3	3	1	2	6	11	11	6	7	11	9	3	13	15	24	9	12	73	3,06
4	7	4	3	3	2	4	1	2	1	4	7	17	13	2	1	9	42	1,76
2	1	»	1	3	2	3	1	»	3	4	4	7	4	8	2	3	24	1,01
»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	1	0,04
11	7	10	9	5	9	7	4	3	7	4	9	19	16	19	17	14	85	3,58
2	6	6	8	5	3	4	4	5	5	7	7	13	12	14	9	14	62	2,61
»	»	»	2	3	1	»	»	»	»	1	»	»	3	1	3	»	7	0,29
2	»	»	1	1	»	1	»	»	»	»	1	3	1	2	»	»	6	0,26
»	2	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	2	1	»	3	0,12
4	3	7	6	9	8	7	4	4	3	3	6	22	18	7	6	11	64	2,69
18	20	18	22	8	21	5	24	32	19	16	10	56	33	79	15	30	213	8,97
12	11	8	10	10	7	5	11	12	16	7	11	30	13	30	35	12	120	5,05
1	1	1	2	»	1	»	1	»	2	»	»	3	1	3	1	1	9	0,37
1	»	»	1	1	1	»	»	1	»	»	1	1	2	»	3	»	6	0,26
»	»	1	1	»	3	»	»	»	»	»	»	»	»	3	1	1	5	0,21
2	4	»	»	1	2	1	1	5	2	3	3	5	5	9	2	3	24	1,01
»	»	»	»	»	»	»	1	1	1	2	»	»	1	2	1	1	5	0,21
»	2	»	1	»	1	»	»	2	1	»	»	1	1	1	2	2	7	0,29
»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	1	0,04
»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	0,00
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	1	»	»	»	1	0,44
»	1	1	»	»	»	»	»	2	»	»	»	1	»	2	1	»	4	0,16
»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	1	0,04
2	3	3	3	2	1	1	»	»	2	3	3	9	1	11	»	2	23	0,96
»	»	4	1	2	3	1	1	»	2	»	2	9	3	2	1	1	16	0,67
»	»	1	»	2	1	»	3	2	1	»	»	1	2	2	3	2	10	0,42
»	»	»	»	1	»	2	»	1	»	»	1	1	1	1	2	»	5	0,21
»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	1	»	»	»	1	0,04
»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	1	0,04
»	»	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	1	»	»	2	0,08
»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	1	0,04

Suite de la MORTALITÉ

APPAREILS.	NOMBRE DE CAS.	DÉSIGNATION des maladies.	SEXE Masculin.	SEXE Féminin.	AGE DE 1 an.	1 à 5	5 à 10	10 à 20	20 à 30	30 à 40	40 à 50	50 à 60	60 à 70	70 à 80	80 à 90	90 à 100
Tégum.	169	Rougeole	55	46	19	76	4	»	2	»	»	»	»	»	»	»
		Variole	8	2	2	4	»	»	2	2	»	»	»	»	»	»
		Scarlatine, ang. scarl	23	24	6	32	8	»	1	»	»	»	»	»	»	»
		Erysipèle	7	4	2	1	»	»	2	»	1	1	3	1	»	»
Cachexies.	121	Scrofules, carie	27	15	2	22	6	2	4	2	1	1	1	1	»	»
		Marasme, anémie, rachit.	29	20	15	6	3	4	3	»	3	5	6	4	»	»
		Cancer s. désig	2	7	»	»	»	»	»	1	1	5	2	»	»	»
		» de la face	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
		» du col	1	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»
		» de la cuisse	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»
		Gangrène	2	4	1	»	»	»	»	»	»	3	1	»	1	»
		Morve	1	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
		Syphilis constitutionnelle	5	6	8	1	»	»	»	1	»	»	1	»	»	»
Causes diverses.	277	Débilité (avant terme)	75	36	111	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
		Vieillesse	37	67	»	»	»	»	»	»	»	»	6	45	46	7
		Vice de conformation	3	1	4	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
		Fracture du crâne	1	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»
		» de la col. vertéb.	1	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»
		» indéterminée	1	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
		Ecrasement par voiture	3	»	»	»	1	»	»	1	1	»	»	»	»	»
		Brûlures	4	1	»	3	»	»	»	1	»	»	»	1	»	»
		Chute d'un lieu élevé	4	1	»	»	1	»	1	2	1	»	»	»	»	»
		Submersion accidentelle	4	»	»	»	1	»	2	1	»	»	»	»	»	»
		Plaie inst. tranch., assass.	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»
		Plaie armes à feu (guerre)	1	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
		Accid. de fabrique. brûlures	3	»	»	»	»	»	1	1	1	»	»	»	»	»
		Accid. de fabrique. écrasement	1	1	»	»	»	1	»	»	»	1	»	»	»	»
		Accid. de fabrique. explosion gén.	4	»	»	»	»	1	»	»	2	1	»	»	»	»
		Suicides: par submersion	4	3	»	»	»	1	1	»	1	3	1	»	»	»
		Suicides: par suspension	7	2	»	»	»	1	»	»	6	1	1	»	»	»
		Suicides: Chute d'un lieu élevé	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»
		Suicides: par coup de feu	1	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
		Exécution militaire	1	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»
		Indéterminée	3	5	1	1	1	»	»	»	»	2	1	2	»	»
	2,874	TOTAUX	1,199	1,175	462	516	96	82	184	182	159	196	200	212	77	8
		Proportion p. 100 décès	50,50	49,49	19,46	21,78	4,04	3,45	7,75	7,66	6,69	8,25	8,42	8,93	3,24	0,3[illegible]

A LILLE.

MOIS DE												ARRONDISSEMENTS					TOTAL.	Proportion sur 100 décès.
Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Décembre.	1er	2e	3e	4e	5e		
25	12	6	3	9	18	8	12	3	1	2	2	24	20	28	17	12	101	4,25
2	»	»	1	2	»	»	1	1	1	»	2	4	»	3	2	1	10	0,42
1	1	»	»	1	1	»	9	11	7	6	10	8	8	20	13	8	47	1,97
2	3	»	»	1	»	1	1	1	1	1	»	1	6	4	»	»	11	0,46
6	4	4	6	6	2	3	»	»	2	7	2	10	7	16	7	2	42	1,76
10	6	3	3	5	5	3	3	2	3	4	2	10	19	11	8	1	49	2,06
»	»	»	»	»	3	»	»	1	4	1	»	2	2	2	2	1	9	0,37
»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	1	0,04
»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	1	0,04
»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	0,04
»	1	2	»	»	»	»	»	»	1	»	2	1	3	»	1	1	6	0,26
»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	1	»	1	0,04
»	»	3	2	3	»	»	3	»	»	»	»	5	2	»	3	1	11	0,46
11	8	8	13	8	10	7	19	4	9	7	7	35	22	25	8	21	111	4,67
10	13	4	5	12	10	5	6	10	6	13	10	24	49	16	5	10	104	4,38
»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	»	2	2	1	»	»	1	4	0,16
1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	1	0,04
»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	1	0,04
»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	1	»	1	0,04
»	»	»	»	2	»	»	1	»	»	»	»	2	»	»	»	1	3	0,12
»	»	»	»	1	»	1	1	»	1	1	»	1	2	»	»	2	5	0,21
»	»	»	»	»	1	»	»	2	»	1	1	»	3	1	1	»	5	0,21
»	»	»	»	»	2	»	1	1	»	»	»	»	1	1	1	1	4	0,16
1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	1	0,04
1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	1	0,04
»	»	1	»	»	»	»	»	»	1	1	»	2	»	»	»	1	3	0,12
»	»	»	»	»	»	1	1	»	»	»	»	»	»	1	»	1	2	0,08
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2	2	»	»	4	»	»	4	0.16
»	1	»	»	»	1	1	2	»	2	»	»	»	2	1	1	3	7	0,29
»	4	1	1	»	2	1	»	»	»	»	»	3	3	1	1	1	9	0,37
»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	1	»	»	1	0,04
»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	1	0,04
»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	0,04
»	1	1	»	2	1	1	2	»	»	»	»	»	5	»	1	2	8	0,33
224	217	184	206	206	227	163	186	184	184	192	201	595	543	589	304	343	2,374	»
9,43	9,14	7,75	8,67	8,67	9,56	6,86	7,83	7,75	7,75	8,08	8,46	25,06	22,87	24,81	12,80	14,44	» »	»

Mort-nés de 1856 comparés à ceux des années précédentes

Le nombre des mort-nés s'est élevé à 189, chiffre un peu inférieur à la moyenne des cinq dernières années, qui se trouve être de 194 et une fraction.

C'est un mort-né sur 14, 4 naissances.

C'est à peu près le rapport trouvé à Paris, en moyenne, de 1836 à 1844 : 1 sur 14,3.

De ces 189 mort-nés 100 appartiennent au sexe masculin, 81 au sexe féminin, et pour 8, le sexe n'a pas été déterminé.

De 1852 à 1856, total des mort-nés, 972 ; en moyenne, 194, 4 : rapport, 1 sur 13,5 naissances.

Naissances multiples.

En 1856, Lille a compté 26 naissances doubles et une triple ; soit une naissance double sur 105 naissances.

De 1847 à 1856, naissances doubles, 222 ; total des naissances, 25050 ; rapport, 1 naissance double sur 112,8.

Pendant une période égale, M. Moreau de Jonnès indique pour la Belgique le chiffre de 1 naissance double sur 114 naissances.

Les 26 naissances doubles de 1856 ont donné neuf fois 2 garçons, sept fois 2 filles ; 16 fois les jumeaux étaient du même sexe, et 10 fois de sexes différents.

Les 222 naissances doubles des dix années ont donné 146 fois des jumeaux de même sexe ; 77 fois 2 garçons et 69 fois 2 filles ; 76 fois des jumeaux de sexes différents.

Des 26 naissances doubles de 1856, 19 étaient légitimes, 7 naturelles.

Des 222 naissances doubles de 1847 à 1856, 184 étaient légitimes, 38 naturelles.

Soit une naissance double naturelle sur 5,8 naissances doubles. C'est le même rapport que pour les naissances prises en masse.

Quant à l'âge des parents, nous avons le tableau suivant :

AGE.	PÈRES.	MÈRES.
de 10 à 20	1	4
20 à 30	53	91
30 à 40	107	117
40 à 50	28	10
50 à 60	4	»
	193	222

Dans la colonne de l'âge des pères figurent 9 pères d'enfants naturels reconnus.

Les 222 naissances doubles de ces dix années, se répartissent de la manière suivante dans les arrondissements urbains :

Années.	1.er	2.e	3.e	4.e	5.e	TOTAL.
1847	12	4	5	»	6	27
1848	5	3	4	1	3	16
1849	3	7	6	3	1	20
1850	6	6	5	4	2	23
1851	9	3	8	1	8	29
1852	4	6	3	1	1	15
1853	4	4	2	5	1	16
1854	14	6	5	2	2	29
1855	8	4	4	1	4	21
1856	5	5	8	4	3	26
TOTAL....	81	48	50	22	31	222
Soit une naiss. double sur..	216 hab.	376	330.32	407	475	341

Les résultats de ce tableau étaient faciles à prévoir, et sont conformes aux remarques faites jusqu'ici : le 1.er et le 3.e arrondissement sont ceux qui contiennent le plus de pauvres, et le cinquième est surtout peuplé d'habitants fort à leur aise.

Quant à la profession des parents, j'ai tout réuni sous quatre désignations :

Propriétaires, négociants.	1
Professions libérales.	19
Marchands en détail.	34
Ouvriers de toute nature	168

Pendant les mêmes années, Lille a compté cinq naissances triples, ce qui porte à 227 le nombre des naissances multiples.

Elles ont donné une fois 3 filles, deux fois 2 garçons et 1 fille, et deux fois 2 filles et un garçon.

Voici le classement par mois des naissances doubles :

Années.	Janvier.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Octobre	Nov.	Déc.	Total.
1847	7	2	3	6	»	»	2	1	2	1	1	2	27
1848	4	1	»	3	2	2	»	»	2	1	»	1	16
1849	1	1	2	»	1	3	1	2	2	»	4	3	20
1850	3	2	2	3	2	»	»	3	4	3	»	1	23
1851	4	3	3	3	»	6	»	6	1	»	2	1	20
1852	2	»	2	1	1	2	1	1	1	»	3	1	15
1853	»	2	»	5	»	»	3	»	1	»	2	3	16
1854	4	2	4	1	5	2	2	3	1	1	2	2	29
1855	2	3	1	»	2	1	1	2	1	4	2	2	21
1856	»	1	2	1	3	2	4	4	1	5	2	1	26
Total.	27	17	19	23	16	18	14	22	16	15	18	17	222

La moyenne mensuelle est de 18.

Si l'on divise l'année par trimestre, on voit que le premier trimestre l'emporte sensiblement.

Ainsi l'on a 63, 57, 52 et 50 pour le 1.er, 2.e, 3.e et 4.e trimestre.

Mariages en 1856. L'année 1856 compte 703 mariages, 50 de plus que la moyenne des dix dernières années, qui n'est que de 653.

Ce chiffre de 703 nous donne : 1 mariage pour 111,86 habitants.
1 — pour 46,8 hommes.
54,59 femmes.

Et pour 1 mariage, 3,11 naissances légitimes.
1 — 3,37 décès.

On compte en France : 1 mariage pour 127,57 habitants.
1 — pour 3,45 naissances légitimes.

Entre les deux recensements de 1851 et de 1856, on trouve encore, relativement aux mariages, le tableau suivant :

Années.	Population.	Mariages.	Rapport. 1 mariage sur
1851	75,795	620	122,25 h.
1852	76,282	656	116,29
1853	76,714	653	116,58
1854	77,023	633	121,67
1855	77,085	671	114,88
1856	78,641	037	111,86
Soit p. les 6 années	461,546	3,941	117,11

Les mariages sont donc un peu plus fréquents à Lille qu'en France.

Notons en passant que la disette de 1854 s'est fait aussi sentir sur les mariages.

Revenons à la mortalité de Lille en 1856 et analysons la de différentes manières ; d'abord relativement aux arrondissements urbains et au nombre de décès de chacun de ces arrondissements, dans les hôpitaux et hospices. Nous avons le tableau suivant : Mortalité des divers hospices.

Arrondissem.	Hôpit. Saint Sauv.	Asile des femm dém.	Hospice P. Sœur.	Hospice Général.	Vieux Hommes	Prisons.	Hospice Gantois	Hospice Stappr	Hôpital Militaire	Bon-Pasteur.	Étrangers.	TOTAL Hors du domicile	TOTAL à domicile	TOTAL général
1er	140	37	23	»	»	»	»	»	»	»	2	202	393	595
2e	55	»	»	150	18	5	»	»	»	»	9	237	306	543
3e	122	»	»	»	»	»	19	»	»	»	5	146	443	589
4e	35	»	»	»	»	»	»	»	55	»	»	90	214	304
5e	32	»	»	»	»	»	»	»	»	»	6	38	305	343
Total	384	37	23	150	18	5	19	»	55	»	22	713	1661	2374

D'où il résulte que 713 décès sur 2,374, c'est-à-dire 30,82 p. % du total des décès, ont lieu dans les hôpitaux ou hospices ; nous avons eu en 1853, 30, 29.

1854, 29, 00.

1855, 35, 00.

Nous devons, il est vrai, déduire de ce nombre les 22 étrangers, plus 26 décès de l'hôpital Saint-Sauveur, appartenant encore à des étrangers ; il ne nous reste plus alors que 661 décès, ou 20,85 des décès généraux, ou 1 décès à l'hôpital sur 118 habitants. Notons que le chiffre de décès de l'hôpital militaire confirme ce que j'avançais l'année dernière, à savoir qu'en 1855, l'hôpital militaire avait éprouvé 100 décès qui n'étaient pas attribuables à la garnison de la ville.

On sait que les arrondissements de Lille ne sont en rien semblables les uns aux autres ni en surface, ni en population, ni en richesses, ni en salubrité. Le tableau suivant va nous donner la mortalité proportionnelle pour chacun d'eux, et nous démontrer encore une fois ces faits sous une autre face : Mortalité de chaque arrondissement.

Arrond.	Popul. totale.	Décès total.	1 décès sur	Popul. normale	Décès	1 décès sur	Décès à Saint-Sauveur.	1 décès sur
1.er	19,081	595	32.06	17,439	507	34.39b	114déc.	158.76h
2.e	17,821	543	32.81	15,494	361	42.91	55	281.70
3.e	18,540	589	31.47	17,324	565	30.66	122	142. »
4.e	9,165	304	30.14	8,968	254	35.30	34	256.22
5.e	14,034	343	40.91	12,061	337	35.78	32	376.90

Ces chiffres classent les arrondissements exactement dans leurs rapports de superficie à la population.

Mortalité par sexe.

Les 2,374 décès de 1856 se classent, quant au sexe, de la manière suivante :

Hommes, 1,199 ; femmes, 1,175. Nous avons dit que c'était exceptionnellement qu'en 1855 les décès masculins l'avaient emporté, du moins en apparence.

Cette année encore le même fait se reproduit sans qu'il y ait le même motif ; cela indiquerait que l'exception que l'on remarquait à Lille depuis trois ans, a cessé. Nous avons en effet les chiffres suivants :

1852	969	décès masculins.	1,049	décès féminins.	+ 80.
1853	1,099	id.	1,175	id.	+ 76.
1854	1,302	id.	1,352	id.	+ 50.
1855	1,340	id.	1,256	id.	— 84.
1856	1,199	id.	1,175	id.	— 24.
	5,909	décès masculins.	6,007	décès féminins.	

On sait qu'en France les décès masculins sont représentés par 55 et les autres par 54.

Mortalité par mois.

Si l'on recherche l'époque de l'année qui a fourni le plus de décès nous trouvons que c'est le mois de juin (227) ; qu'au contraire, le mois de juillet est celui qui en a fourni le moins (183). Différence entre le minimum et le maximum (44). La moyenne mensuelle est de 197,83, six mois sont en-dessus et six mois en-dessous. Voici du reste l'ordre dans lequel se rangent les 12 mois de l'année :

Juillet,	163.	Décembre,	201.
Mars,	184.	Avril,	206.
Septembre,	184.	Mai,	206.
Octobre,	184.	Février,	217.
Août,	186.	Janvier,	224.
Novembre,	192.	Juin,	227.

Si l'on groupe les mois par saison, on a :

Janvier, février, mars (hiver),	625.	2.374.
Avril, mai, juin (printemps),	639.	
Juillet, août, septembre (été),	533.	
Octobre, novembre, décembre (automne),	577.	

Quant à l'âge où sévit la mortalité, notre tableau démontre combien la part de la première enfance est considérable : Mortalité par âge.

Années.	Décès de la naissance à 1 an.	Proportion par 100 décès.	1 décès sur	Décès de 1 an à 5 ans.	Proportion sur 100 décès.	Décès de 5 ans à 10 ans.	Proportion sur 100 décès.	Décès de la naissance à 10 ans	Proportion sur 100 décès.
1852	409	20.26	185.31b	401	19.87	53	2.62	863	42.76
1853	443	19.04	173.16	419	18.51	50	2.19	912	40.10
1854	533	20.08	106.94	623	23.47	116	4.37	1272	47.92
1855	523	20.14	147.39	413	15.90	66	2.54	1002	38.59
1856	462	19.46	170.21	516	21.73	96	4.04	1074	45.23

Ainsi, près d'un cinquième des décès a lieu de la naissance à un an, un second cinquième à peu près de 1 an à 5 ; et enfin, près de la moitié des décès a lieu avant 10 ans.

Nous avons relaté l'an passé que sur 2,716 enfants nés à Lille en 1854, il en était mort en :

1854,	339.	soit 18,48 p. %		ou 1 sur 8,01.
1855,	272.	11,44	du restant	ou 1 sur 8,73.
1856,	190.	9,02	—	ou 1 sur 11,07.

Dans les trois années il en est mort :

801 soit 29,49 p. % ou 1 sur 3,39.

Ainsi, près du tiers des enfants nés en 1854 étaient morts avant trois ans.

Ne sont même pas comptés les enfants nés à Lille et qui ont pu mourir partout ailleurs. Je n'ai point compté les enfants nés ailleurs en 1854 et morts à Lille depuis.

Sur 2,582 enfants nés à Lille en 1855, il en était mort en :

1855, 351. soit 13,59 p. % ou 1 sur 7,35.

Voici le tableau, par mois et par arrondissement, des pertes, pendant l'année 1856, des enfants nés en 1855.

MOIS.	1.er arrond.	2.e arrond.	3.e arrond.	4.e arrond.	5.e arrond.	TOTAL.
Janvier	8	5	6	3	5	27
Février	7	4	8	1	2	22
Mars	9	5	2	3	3	22
Avril	6	2	8	4	1	21
Mai	3	6	7	2	4	22
Juin	4	11	6	3	1	25
Juillet	3	3	7	1	3	17
Août	3	5	3	1	4	16
Septembre	3	1	10	»	4	18
Octobre	6	2	4	2	3	17
Novembre	2	4	9	1	2	18
Décembre	3	3	3	1	1	11
Total par arrond.	57	51	73	22	33	
TOTAL GÉNÉRAL						236

Ainsi, sur 2,231 enfants restant de 1855, il en périt 236, soit 10,57 p. %, ou 1 sur 9,45.

Le tableau suivant des décès des enfants nés dans cette même année 1856, va nous montrer que la perte des enfants est loin d'être la même dans chacun des arrondissements urbains :

Arrond.	NAISSANCES mascul.	NAISSANCES féminine	Total.	DÉCÈS mascul.	DÉCÈS féminin.	Total.	RAPPORT.
1.er	375	381	756	63	38	101	soit 13.35 p. % ou 1 sur 7.48
2.e	283	309	592	36	29	65	soit 10.97 p. % ou 1 sur 9.10
3.e	364	344	608	46	33	79	soit 12.99 p. % ou 1 sur 7.68
4.e	135	134	269	13	13	26	soit 9.66 p. % ou 1 sur 10.34
5.e	208	199	407	31	21	52	soit 12.77 p. % ou 1 sur 7.82
Ens.e	1365	1367	2732	189	134	323	soit 11.82 p. % ou 1 sur 8.45

Ainsi, pendant les années 1854, 1855 et 1856, le nombre des décès des enfants nés dans la même année, offre les rapports 1 sur 8,01, 1 sur 7,34, 1 sur 8,45. L'année 1855 est donc la plus défavorable.

Pendant l'année 1856, les divers arrondissements se classent de la manière suivante, en commençant par celui qui offre la mortalité la moindre : le 4.e, le 2.e, le 5.e. le 3e et le 1.er; l'ordre était tout-à-fait le même l'an passé : le 4.e, le 2.e, le 5.e, le 3.e et le 1.er.

Les appareils de fonctions aux lésions desquels la mort est imputée, se classent dans l'ordre suivant, qui varie peu de celui de l'an dernier. Décès par appareils

APPAREILS.	1855	RAPPORT.			1856	RAPPORT.		
Respiratoire......	870	soit 33 51 p. %	ou 1	sur 2.98	739	soit 31.12 p. %	ou 1	sur 3.21
Digestif..........	493	18.99	1	5.26	461	19.41	1	5.14
Sensitif..........	482	18.56	1	5.38	385	16.21	1	6.16
Causes diverses....	268	10.32	1	9.68	277	11.66	1	8.57
Tegumentaire.....	115	4.42	1	22.57	169	7.11	1	14.04
Circulatoire......	164	6.31	1	15.82	163	6.86	1	14.56
Cachexie......	156	5.62	1	17.78	121	5.09	1	19.61
Génitaux urinaires.	58	2.23	1	44.75	59	2.48	1	40.23
Total........	2596				2374			

Ainsi, l'appareil respiratoire a le triste privilége de tenir le premier rang. Et parmi les affections qui le frappent, la phthisie est l'affection de beaucoup la plus fréquente, puisqu'à elle seule elle fait une victime sur 2,29 ; elle sévit à peu près également dans tous les mois de l'année. Toutefois, les six premiers mois l'emportent sur les six derniers.

La perte en phthysiques est la suivante pour chacun des arrondissements :

Le 1.er arr. a perdu en 1855	1 ph. s.	221 h.	en 1856	1 ph. s.	274 h.
Le 2.e	—	1	258	—	1	270
Le 3.e	—	1	185	—	1	234
Le 4.e	—	1	312	—	1	241
Le 5.e	—	1	297	—	1	246

Décès suite de couches.

Quoique l'accouchement soit l'accomplissement d'une fonction, il est malheureusement assez souvent cause de la mort ; ainsi en

1856	sur 2,704 accouch.		23 amènent la mort des fem.		soit 1	sur	117.
1855	2,559	—	29	—	1		88.
1854	2,687	—	30	—	1		89.
1853	2,567	—	32	—	1		80.
1852	2,427	—	28	—	1		86.
	12,944	—	142	—	1	sur	91.

Il résulte de là que l'année 1856 a été beaucoup plus heureuse que les années précédentes : ses pertes sont cependant encore énormes sous ce rapport. Ainsi, de 1840 à 1844, à Paris, il meurt une femme en couches sur 585, c'est-à-dire six fois moins qu'à Lille, où pendant les 5 dernières années, il en est mort une sur 91.

Décès par la variole.

La variole compte 10 décès, dont 2 supposés vaccinés (deux militaires), 6 sans renseignements, 2 non vaccinés.

En 1852	la même affection en avait amené	4
En 1853	—	2
En 1854	—	21
En 1855	—	35
En 1856	—	10
	Ensemble.............	72

Quant à l'âge des victimes :

27	avaient moins d'un an.		15	avaient de	20 à 30 ans.
17	avaient de	1 à 5 ans.	4	—	30 à 40 ans.
2	—	5 à 10 ans.	1	—	40 à 50 ans.
5	—	10 à 20 ans.	1	—	50 à 60 ans.

Ainsi, 44 décès par la variole, de 1852 à 1856, parmi les enfants au-dessous de 5 ans, soit 1 sur 296 des naissances. De 1839 à 1844, la France entière, d'après M. Moreau de Jonnès, a perdu par cette même affection, 1 sur 291 nés

J'ai rapproché ces chiffres qui nous montrent combien les mêmes phénomènes tendent à se reproduire.

Décès par suicides.

Lille a compté, en 1856, 18 suicidés dont 13 hommes et 5 femmes. Ils se répartissent de la manière suivante dans les cinq arrondissements :

1.er arrondissement,		4.	18.
2.e	id.	5.	
3.e	id.	3.	
4.e	id.	2.	
5.e	id.	4.	

Ils ont été accomplis par les moyens suivants

7 ont eu lieu par submersion.
9 par strangulation ou suspension.
1 par coup de feu.
1 en se précipitant d'un lieu élevé

Voici l'âge des suicidés :

2 avaient de 10 à 20 ans. 7 de 40 à 50. 3 de 60 à 70.
2 de 20 à 30. 4 de 50 à 60.

Ils appartiennent aux professions suivantes :

Ménagère,	1.	Journaliers,	2.	Chauffeur,	1.
Peigneuse de lin,	1.	Fileurs,	3.	Ouvr. cordonnier,	1.
Marchande,	1.	Ouv. au tabac,	1.	Ouvrier filtier,	1.
Rentière,	1.	Militaire,	1.	Voiturier,	1.
Domestique,	1.	Ouvrier serrurier,	1.	Ouvrier charron,	1.

Ils ont eu lieu dans les mois suivants :

Février, 1. Mars, 1 Avril, 1. Juin, 3.
Juillet, 3. Août, 2 Octobre, 3.

Décès par affections cancéreuses

Les affections cancéreuses sont portées sur notre tableau pour 74, et se répartissent de la manière suivante :

	24	cancers de l'estomac dont	13 hommes et	11 femmes.
	7	de l'intestin.	5	2
	16	de l'utérus.	»	16
	5	du foie.	»	5
	1	de l'œsophage	»	1
	1	de la langue.	1	»
	1	du pharynx.	1	»
	1	du poumon.	1	»
	5	des seins.	»	5
	1	de l'ovaire.	»	1
	1	de la face.	»	1
	1	du col.	1	»
	1	de la cuisse.	»	1
	9	sans désignation.	2	7
Total.	74		24	50

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES,
DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

NOTE

SUR LES

COURANTS ÉLECTRIQUES

ENGENDRÉS PAR LE MAGNÉTISME TERRESTRE,

Par M. LAMY, Membre résidant.

Séance du 6 septembre 1857.

Historique.—Lorsque M. Faraday découvrit en 1831 que des courants électriques pouvaient être engendrés dans des circuits métalliques, par le rapprochement ou l'éloignement brusque d'un barreau aimanté, il en tira aussitôt la conséquence que le mouvement électrique devait nécessairement se produire dans ces circuits par la seule action magnétique du globe.

Conformément à ses prévisions, M. Faraday obtint en effet la déviation de l'aiguille d'un rhéomètre, en renversant rapidement une forte bobine recouverte d'un long fil de cuivre, dans la direction de l'aiguille d'inclinaison.

Cette belle expérience fut répétée par plusieurs physiciens, qui cherchèrent à augmenter les effets des nouveaux courants électriques. MM. Nobili et Antinori, Becquerel, Weber, Matteuci, s'efforcèrent

d'obtenir non-seulement la déviation d'une aiguille aimantée, mais encore l'étincelle, la commotion, et les décompositions chimiques. Aucune de ces tentatives ne fut complètement couronnée de succès.

Les premiers résultats heureux furent obtenus dans les années 1843, 1844 et 1845, par MM. Linari et Palmieri, à Naples, par M. Delezenne, à Lille.

En 1844, M. Delezenne publia (1) les expériences qu'il avait faites au moyen de son *cerceau électrique*, ou courte bobine circulaire de 6 centimètres environ d'épaisseur et de 1^m, 10 cent. de diamètre. Avec cet appareil, orienté convenablement de manière à pouvoir tourner autour d'un de ses diamètres dirigé perpendiculairement au méridien magnétique, et recouvert successivement de 973^m et de $3,331^m$ de fil de cuivre ayant 1^{mm}, 2 et 0^{mm}, 62 de diamètre, M. Delezenne avait obtenu de fortes commotions ; mais il n'avait pu apercevoir que des traces de décomposition de l'eau acidulée, et pas d'étincelle.

MM. Linari et Palmieri obtinrent la secousse et la décomposition de l'eau, en 1843, avec une machine dite batterie *magnéto-électro-tellurique*, composée essentiellement d'une série de tubes en fer, enveloppés d'un long fil de cuivre, et orientés selon le méridien magnétique, de manière à pouvoir tourner dans ce plan. — Ce n'est qu'en 1845, que suivant les conseils de Melloni, M. Palmieri seul reproduisit, par l'action directe de la terre, avec une grande spirale en cuivre, tous les phénomènes physiques et chimiques obtenus par l'intermédiaire du fer (2).

Mais la décomposition chimique obtenue soit directement, soit indirectement par la force d'induction terrestre, laisse beaucoup à désirer et ne saurait être considérée comme complète. En effet, pour la produire, les savants Italiens se servaient de 2 fils de fer assez minces,

---

(1) Mémoires de la Société des Sciences de Lille, 1844.

(2) Compte-rendu de l'Académie des Sciences, tome 16, p 1462. — Annales de Physique et Chimie, septembre 1845 ; et Nuovo apparechio d'induzione tellurica de Luigi Palmieri. (Naples 1845.)

roulés en hélice et plongeant dans un vase contenant de l'eau acidulée. Une telle décomposition est relativement facile et n'exige qu'un courant de très-médiocre tension. Elle est au contraire beaucoup plus difficile à produire, lorsqu'on n'emploie pour électrodes que des fils d'or ou de platine, métaux inaltérables dans les acides.

D'après Melloni, la quantité de fils de cuivre enroulée sur les tubes de fer doux de la batterie tellurique était relativement trop petite (11 à à 1,200^{m}), pour qu'eu égard à la bonne conductibilité du métal, les courants excités dans le circuit pussent acquérir une forte tension ou une grande aptitude aux actions chimiques. Il eut fallu pouvoir augmenter cette quantité; mais on était arrêté par la considération du décroissement rapide que subit la force électro-magnétique, lorsque, en continuant la superposition des tours de spire, on arrive à une certaine distance du cylindre de fer; distance que l'on ne peut dépasser sans augmenter inutilement la résistance aux dépens de la force.

Dans les expériences que j'ai entreprises sur l'induction magnétique du globe, j'ai également fait intervenir le fer, mais dans des conditions qui me permissent de produire le plus économiquement possible, des courants assez énergiques pour obtenir nettement tous les phénomènes de décomposition chimique. Il est inutile sans doute de faire remarquer que j'étais préoccupé de l'idée *de produire de l'électricité à bon marché*, problème dont la solution est capitale pour l'avenir des applications de la force électrique. Mais je dois avouer que les résultats n'ont pas répondu complètement à mon attente. Toutefois ils sont supérieurs à tout ce que l'on a obtenu jusqu'à ce jour dans ce genre de recherches; et je ne crois pas trop présumer de l'importance des courants dont je fais connaître le mode économique de génération, en espérant que leurs effets variés pourront recevoir un jour quelques utiles applications.

Voici d'abord le principe de mes expériences :

On sait que dans toute machine à vapeur fixe, il existe une grande roue en fonte destinée à régulariser le mouvement, véritable réservoir de force que l'on appelle *volant*. A l'état de repos, ce volant est

aimanté par l'action magnétique du globe. A l'état de mouvement, il est encore aimanté, mais le magnétisme est distribué d'une autre manière et varie constamment pour une portion donnée de la jante.

Si donc on enroule sur une partie de cette jante, comme noyau de bobine, et perpendiculairement à sa direction, un fil de cuivre recouvert de soie ou de coton, on formera une hélice qui poura être assimilée à la bobine de l'appareil de Clarke, avec cette différence qu'au lieu de tourner devant des aimants artificiels voisins, comme celle de Clarke, la bobine du volant tournera devant l'aimant terrestre. En outre, à cause de la grosseur du noyau métallique, on pourra multiplier considérablement la quantité de fils avant d'atteindre la limite d'action inductive, et l'on augmentera par-là même de beaucoup la tension du courant électrique produit. •

Lorsque, par le mouvement du volant, la bobine s'approchera du nord de la direction de l'aiguille d'inclinaison, son fil sera parcouru par un courant, et il sera traversé par un courant contraire, lorsque la bobine s'éloignera du nord ou se rapprochera du sud de la même direction; de façon qu'à chaque tour du volant devra correspondre la production de deux courants de sens contraire.

De plus, et indépendamment du courant développé par le magnétisme croissant ou décroissant du noyau métallique de la bobine, l'influence directe de la terre, agissant comme aimant qu'on approche ou qu'on éloigne, pourra aussi se faire sentir, eu égard aux grandes dimensions des spires de l'hélice.

Enfin, on remarquera que par cette disposition d'appareil, on profite d'un mouvement nécessaire; quelques dizaines de kilogrammes de fils ajoutés au poids d'un volant de 4 à 5,000 kilog. ne pouvant être considérés comme opposant une résistance notable au mouvement de la machine, ou plutôt comme nuisant à l'effet de cette machine; un poids considérable étant nécessaire à la régularité de la marche et du travail.

Dimensions et disposition de l'appareil.—Je passe actuellement

à la disposition de l'appareil et à l'exposé des expériences qu'il m'a permis de faire :

Diamètre du volant, compté du milieu de la jante...	5m, 33
Circonférence moyenne	16m, 74
Poids total	4,700 kil.
Circonférence de l'arbre	0m, 45
Epaisseur maxima de la jante	0m, 22
Id. minima id	0m, 11
Périmètre	0m, 635
Azimuth du volant avec le méridien magnétique....	11° 16′

Le volant est en fonte; sa jante, composée de six morceaux du poids moyen de 500 kil. est soutenue par six bras pesant chacun environ 230 kil. La section de la jante figure grossièrement un ovale, comme le montre la fig. (1). L'ovale ne se dessine bien que par l'enroulement du fil métallique. La vitesse moyenne du volant était de 35 tours à la minute ; mais j'ai pu observer avec des vitesses de 25 et de 45 tours. Diverses expériences d'essai, dans lesquelles j'ai enroulé le fil successivement sur $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{56}$, $\frac{1}{83}$, de la circonférence de la jante, m'ont prouvé que c'était la fraction $\frac{1}{56}$ environ, qui devait être prise comme la longueur la plus convenable à donner au noyau d'enroulement. Cette fraction représente 30 centimètres de longueur absolue sur la jante. Le noyau de la bobine avait donc 30 centimètres environ de longueur et 64 centimètres de périmètre. La tension des fils enroulés suffisait parfaitement à les maintenir dans la position qu'on leur avait donnée, sans qu'il y eût possibilité de glissement. Pour faciliter le travail de l'enroulement, et en même temps pour rendre l'isolement des fils plus efficace, on avait eu soin de séparer deux couches consécutives de fil par des feuilles de papier.

Les extrémités des fils de la bobine, tendus sur l'un des bras du volant, venaient aboutir à un commutateur formé de deux moitiés d'une couronne mobile de cuivre enveloppant presque complètement l'arbre du volant, et rattachées l'une à l'autre par de forts fils de soie. Cette couronne était en outre isolée de l'arbre par des feuilles

de carton et de caoutchouc. Au-dessous était disposée une pièce à deux larges ressorts, lesquels, d'une part, appuyaient sur les moitiés de la couronne métallique, et d'autre part communiquaient, à l'aide de vis de pression, avec de gros fils de cuivre recouverts de gutta-percha. Ceux-ci se rendaient à une chambre située au premier étage, en dehors du bâtiment de la machine, et où se faisaient les observations.

L'interruption produite par les deux moitiés du commutateur placées sur l'arbre, devait se faire au moment où les courants électriques engendrés par chaque demi-révolution du volant changeaient de sens. Il fallait donc connaître préalablement la position de la bobine à laquelle correspondait le renversement du courant.

Dans ce but, j'ai étudié la distribution du magnétisme par influence sur le volant en repos et en mouvement. Cette distribution n'est pas aussi simple qu'on pourrait le croire à priori.

Disons d'abord qu'à Lille, dans le jardin botanique contigu aux bâtiments de la Faculté des sciences, l'inclinaison de l'aiguille aimantée était au 31 juillet 1856, égale à 67° 21'. Cette mesure, a été obtenue avec une boussole de Gambey et deux aiguilles aimantées semblables. Elle est la moyenne de 64 observations faites avec toute la précision que comportait la boussole.

Pour un azimuth de 11° 16' avec le méridien magnétique, représentant l'orientation du volant, la différence d'inclinaison atteint à peine 1°, de façon que 68° en nombre rond peut représenter d'une manière approximative, mais très suffisante pour le but que nous nous proposons, l'inclinaison de l'aiguille aimantée dans l'azimuth de ce volant. On devait donc trouver expérimentalement que les maximum d'intensité magnétique étaient sur la jante à 68° environ à partir de l'horizontale. Pour vérifier cette déduction théorique, j'ai préféré déterminer les points neutres ou les points situés à égale distance des maximum d'intensité.

Mais cette détermination n'a pas donné des résultats constants ou conformes aux prévisions de la théorie; je me suis aperçu bien vite que le magnétisme des bras du volant réagissait, dans certaines

positions sur celui de la jante, de manière à changer la position des points neutres.

Ainsi, 1.° Quand deux bras opposés du volant étaient inclinés de 30° sur l'horizon, il existait deux de ces points, situés l'un en dessus, l'autre en-dessous du bras, à la distance de 30 centimètres environ; ce qui, d'après la grandeur du volant, donnait pour la position de l'axe magnétique correspondant 66° et 53°. Pour des positions un peu différentes, on obtenait également des nombres un peu différents, mais jamais une valeur égale à celle de l'inclinaison que j'ai donnée plus haut.

2.° Lorsque deux bras opposés étaient à peu près horizontaux, il y avait un zéro unique situé à 130 centimètres environ de l'horizontale, lequel correspondait à une direction de l'axe magnétique marquée par 61° 30'. Ce nombre est la moyenne de plusieurs mesures répétées à divers intervalles de temps.

Nous devons dire encore que dans deux régions diamétralement opposées, nous n'avons pas toujours trouvé les points neutres situés d'une manière symétrique. Je ne puis attribuer toutes ces anomalies qu'à l'influence réciproque du magnétisme des bras et de la jante, à l'hétérogénité de la masse du volant et au défaut de contact, plus ou moins prononcé, des diverses pièces qui la composent.

La fig. (2) représente l'état magnétique d'une portion de la jante, située au-dessus de l'horizon, dans la région du raccordement d'un bras incliné de 30°. La jante est vue par son dos ou sa face extérieure.

Les signes + et — indiquent les fluides boréal et austral. *a b c d* est l'extrémité du bras; *o e f*, *o' e f* sont les portions de jante. A partir des points *o o'*, l'aimantation reste de même sens dans chaque moitié du volant.

Lorsque le volant est en mouvement, l'axe magnétique se relève et atteint des inclinaisons de 70 à 72°. Je me suis assuré de ce fait en plaçant de 10 en 10 cent., près du contour de la jante, des petits vases en verre dans lesquels étaient suspendues des aiguilles d'acier, grosses, courtes et fortement aimantées. Ces aiguilles se trouvaient naturel-

lement protégées contre les courants d'air déterminés par le mouvement du volant, et la nature de leurs pôles, reconnaissables à un signe extérieur, permettait de constater la position des points neutres. Celle-ci variait dans un sens ou dans l'autre, selon que la vitesse de rotation augmentait ou diminuait.

On peut se rendre compte de cette sorte d'entraînement variable de l'axe magnétique ou de la ligne de plus grande intensité, en remarquant que la fonte a une force coercitive notable, laquelle doit s'opposer à un changement instantané dans la répartition du magnétisme à travers sa masse.

Ce qu'il m'importait réellement de connaître, pour fixer convenablement le commutateur, c'était l'inclinaison de l'axe magnétique pendant le mouvement. La valeur donnée plus haut permettait de trouver une première position approximative ; la mobilité de la couronne du commutateur sur l'arbre fournissait ensuite le moyen d'atteindre sûrement, après quelques tâtonnements, la position exacte convenant à une vitesse déterminée du volant. Au reste, au point de vue des effets produits, cette position n'était pas mathématique, tant s'en faut. Un centimètre de différence en deçа ou au delà de la ligne d'interruption faisait à peine varier d'un degré une déviation primitive de 38° de l'aiguille du rhéomètre.

Influence de l'action directe de la terre. — Nous avons dit que la production des courants électriques dans les spires du fil qui recouvrait le volant était complexe : la terre pouvant agir directement sans l'intermédiaire du fer, et indirectement par l'aimantation qu'elle détermine dans ce métal. On sait que l'action directe ne devient sensible que lorsque les spires ont une largeur un peu grande. Dans le cas qui nous occupe, les spires ayant atteint un périmètre de 82 centimètres, devaient nécessairement éprouver une influence électrique sensible. Pour constater cette influence et en avoir une mesure approximative, j'ai fait une bobine en bois de forme elliptique, ayant 90 cent. de longueur, 36 cent. pour grand diamètre, et 22^{c}, 5 pour petit diamètre, et je l'ai recouverte de 3000^{m} dun fil ayant 0^{mm}, 6 de diamètre.

Cette énorme bobine a été montée à l'intérieur du volant et contre sa jante, de manière que sa direction figurât la corde du segment intercepté. Or, quand elle a participé au mouvement, elle n'a produit qu'une déviation impulsive de 1 à 2° sur l'aiguille du rhéomètre, tandis que la même quantité de fil enroulée sur la fonte produisit des déviations allant jusqu'à 40°.

Ainsi, dans les conditions où nous nous sommes placés, l'action directe de la terre est sensible, mais très-faible et nullement comparable à l'action indirecte produite par la fonte.

Choix du fil. — Le but principal que je me proposais était d'obtenir des courants d'une intensité capable de vaincre les affinités les plus intimes des corps; je devais donc, conformément aux indications de la théorie, employer des fils de cuivre relativement fins et d'une longueur considérable, afin de développer des courants doués d'une grande tension. Je pouvais employer plusieurs milliers de mètres de fils, sans craindre comme MM. Linari et Palmieri, dans leur machine magnéto-électro-tellurique, d'atteindre promptement la limite résultant du décroissement rapide que subit la force électro-magnétique, lorsque, par la superposition des tours de spire, on arrive à une certaine distance du cylindre de fer. Je pouvais par conséquent multiplier la longueur du fil, sans pour cela augmenter inutilement la résistance aux dépens de la force.

Cependant, dans le but de me rendre compte de l'influence des diamètres et en même temps pour obtenir de la quantité avec la tension, celle-ci n'étant pas suffisante, si la première est très-faible, j'ai employé 3 sortes de fils ayant pour diamètre, le premier de $1^{mm}, 1$ à $1^{mm}, 4$, le deuxième, $1^{mm}, 85$, et le troisième de $0^{mm}, 6$ à $0^{mm}, 62$ (1). Afin de simplifier, je désignerai les bobines d'induction résultantes par les N.^{os} (1), (2) et (3),

(1) Des fils un peu longs ne présentent pas la même épaisseur à leurs deux extrémités : ainsi le fil qui avait $1^{mm}, 4$, à un bout, mesurait $1^{mm}, 3$ à l'autre.

La bobine N.° (3) a été formée au milieu de l'intervalle compris entre deux bras voisins ; les deux autres vers l'extrémité d'une portion de jante et contre un bras. La fig. (A), au cinquantième de grandeur naturelle, montre la disposition de ces bobines sur le volant.

L'enroulement des fils s'est fait peu à peu, à raison de 2 ou 3 couches à la fois. De cette façon on pouvait juger, à la marche, après chaque opération, de l'accroissement ou de la diminution d'intensité du courant produit.

Le rhéomètre qui m'a servi avait un fil de 0^{mm}, 9 de diamètre et de 8^{m}, 55 de longueur faisant 45 tours. Le système des 2 aiguilles compensées, longues de 64 millimètres, faisait 15 oscillations simples en 60 secondes. On ne notait que les déviations définitives.

Relativement à la décomposition de l'eau par le moyen d'électrodes en fil de fer, je dois avertir que l'eau employée était fort peu acidulée, et que j'avais toujours la précaution de m'assurer que le système des 2 fers réunis, immergés dans les mêmes conditions, ne produisait pas trace de décomposition.

Partout donc où je dis qu'il y a décomposition de l'eau sous l'influence d'un courant d'induction, on peut être assuré que le fait n'est pas illusoire.

Pour électrodes en platine, j'ai fait presque constamment usage, au pôle positif, d'un gros fil ou d'une lame, et au pôle négatif d'un fil de 0^{mm}, 5 à 0^{mm}, 8 de diamètre, enveloppé dans un tube de verre et soudé à un bout, de manière que l'extrémité libre dépassât à peine d'une cinquième de millimètre.

Ces préliminaires exposés, je puis me contenter de résumer les observations que j'ai faites avec les bobines N.ºs 1, 2 et 3.

Bobine N.° (1). — Fil de 1^{mm}, 1 de diamètre ; longueur de la bobine 32 cent.; 400 mètres de ce fil, formant 4 couches ont produit une déviation définitive au rhéomètre de 46°, et décomposé l'eau légèrement acidulée avec des électrodes en fil de fer fin.

Avec huit couches, mêmes phénomènes sensiblement ; avec onze couches, représentant 1000^{m}, les électrodes en platine décrits plus

haut, laissent apercevoir un dégagement de bulles au pôle négatif, très-lent, il est vrai, mais non douteux. La déviation est 45°.

En prenant dans les mains mouillées deux cylindres en cuivre communiquant avec les 2 extrémités du fil de la bobine, et les éloignant ou les rapprochant au contact de manière à recevoir l'extra-courant, on ressent des commotions dans les poignets et dans les bras. — Dix-neuf couches, soit 1750^{m} de fil, donnent une déviation de 41°. La décomposition de l'eau acidulée n'a augmenté que faiblement.

Les trois couches suivantes sont formées avec un fil de 1^{mm}, 35 de diamètre. L'ensemble a 2,000^{m}; la longueur de la bobine n'est plus que de 17 cent., son épaisseur 4 cent. environ; les vingt-deux couches successives étant toujours allées un peu en retraite les unes sur les autres. La déviation définitive est 39°. Le dégagement d'hydrogène au pôle négatif est régulier quoique lent, dans l'eau faiblement acidulée; le dégagement est rapide avec de gros fil de fer pris pour électrodes. Enfin je puis à peine supporter la commotion, quoique de ma nature je résiste assez bien. Même avec les mains sèches, on est impressionne douloureusement jusque dans les coudes

Avec une machine ordinaire de Clarke, il fallait 300 tours environ à la minute pour produire des chocs comparables à ceux de la bobine en question.

J'ai pu apercevoir une petite étincelle, mais seulement à certains moments de la rupture du circuit. La formation des courants d'induction, d'intensité variable, ayant une durée notable, à cause de la lenteur relative avec laquelle tourne le volant, c'est au moment où l'intensité est maxima que doit avoir lieu la rupture pour donner naissance à l'extrà-courant le plus énergique.

Bobine N.° (2). — J'ai essayé l'emploi d'un fil presque double en épaisseur du précédent. Six couches complètes de ce fil représentant 315^{m} ont donné une déviation définitive de 66°, des commotions faibles et n'ont pu décomposer l'eau qu'avec des électrodes en fil fin de fer. On a ajouté six nouvelles couches, c'est-à-dire le double au moins de fil. La bobine ainsi formée a reproduit les phénomènes précédents,

un peu plus marqués en tension; 65° de déviation, décomposition aux fils de fer, mais nulle apparence de décomposition avec les électrodes en platine. Je n'ai pu apercevoir d'étincelle.

Bobine N.° (3). — Diamètre du fil de 0^{mm}, 6 à 0^{mm}, 62 ; longueur constante de la bobine 27 cent.; épaisseur totale des couches 3 cent., 5 ; longueur du fil 5459^{m}; poids total 18^{k} 240. Cette bobine a été la plus puissante sous le rapport des effets chimiques.

La déviation constante produite par les premières couches sur l'aiguille du rhéomètre qui a servi dans les expériences rapportées plus haut a été 6° environ. Mais au système des deux aiguilles on en a substitué un autre plus sensible, et pour celui-ci le même courant qui produisait la déviation fixe de 6°, on a donné une de 40°.

Je vais rapporter maintenant quelques uns des nombres que j'ai obtenus au fur et à mesure de l'accroissement du nombre des couches du fil conducteur.

Une couche et un quart composée de 310 tours, représentant 195^{m} de fil, produisit une déviation de 40° et décomposa très-faiblement, mais d'une manière non douteuse, l'eau acidulée, par le moyen de fins fils de fer pris comme électrodes.

Avec huit couches, total 1267^{m}, la déviation fut encore 40° sensiblement, et l'on put apercevoir une faible décomposition de l'eau acidulée à l'aide des électrodes en platine.

Avec treize couches, soit 2070^{m}, la déviation fut 39°, 5. L'eau acidulée, même très-froide, fut décomposée, mais lentement encore, par le platine. L'eau de puits ordinaire résista à la décomposition.

Dix-huit couches, représentant 2960^{m}, donnèrent une déviation de 39°. Les bulles de gaz se détachèrent régulièrement au pôle négatif de platine. L'eau de puits elle-même fut décomposée par l'emploi des mêmes électrodes.

Il a fallu 300 tours à la minute, de la machine de Clarke, dans les mêmes circonstances, pour apercevoir le dégagement d'une faible bulle d'hydrogène.

On peut remarquer qu'avec le nombre de couches, le courant

d'induction terrestre augmente peu à peu en tension, et que la déviation au rhéomètre ne diminue que très-faiblement; on peut conclure de ce dernier fait que, dans les circonstances où nous avons opéré, l'intensité du courant a crû d'une manière sensiblement proportionnelle à la longueur du fil enroulé. Sans doute cette proportionalité n'est pas rigoureuse, et l'intensité diminue en réalité à mesure que les spires s'écartent de plus en plus de la fonte du noyau de la bobine. Mais il n'en est pas moins remarquable qu'à la distance de deux centimètres environ, la diminution de l'influence magnétique ne se traduise que par une différence d'un degré dans la déviation de l'aiguille aimantée.

Lorsqu'on eut atteint le nombre de trente-deux couches, représentant 5450^{m}, faisant 7360 tours ou spires, la déviation fut 38° et la décomposition de l'eau de puits régulière. Pour la produire il n'était plus nécessaire d'employer un fil de platine à la Wollaston; un fil libre plongeant dans l'eau laissait parfaitement apercevoir le dégagement de petites bulles gazeuses.

Toutefois il ne faudrait pas se faire illusion sur le volume du gaz produit. En une heure, avec de l'eau acidulée, l'on n'obtenait qu'un tiers de centimètre cube d'hydrogène.

Le courant était faible en quantité, mais fort en tension. Quelques centimètres d'une dissolution saturée de sulfate de cuivre interposée dans le circuit laissait encore dévier l'aiguille du rhéomètre à 37°. Toutes les dissolutions salines que j'ai essayées ont été décomposées facilement.

Enfin l'eau pure récemment bouillie, chaude ou froide, a été elle-même décomposée d'une manière parfaitement nette.

Avec ma machine de Clarke, il me fallait porter à 1000 environ le nombre de tours par minute pour obtenir la même décomposition avec les mêmes électrodes.

Quant aux commotions, elles ne consistaient qu'en de simples frémissements dans les mains.

Il est inutile de dire sans doute que dans nos expériences, comme dans celles qu'on fait avec la machine de Clarke, les décompositions

chimiques étaient d'autant plus manifestes et plus rapides que la vitesse de rotation du volant était plus grande.

Accouplement des bobines (1) *et* (3). — Afin d'obtenir des effets supérieurs en tension et en quantité, j'ai accouplé les bobines N.os (1) et (3), de manière à n'en former qu'une seule, composée d'un fil de 7450m de longueur, dans lequel les 2 courants fussent dirigés dans le même sens.

Ces bobines n'étant pas aux extrémités d'un même diamètre, leurs courants ne s'ajoutaient pas durant une révolution du volant; une partie du courant de la bobine N.° (1) était détruite par celui de la bobine N.° (3). Mais le temps pendant lequel les courants étaient contraires n'était que le treizième environ du temps total de la superposition, puisque la bobine N.° 3 était à $\frac{1}{13}$ environ de la position qu'elle eût dû occuper sur la jante pour se trouver diamétralement opposée à la bobine N.° (1).

Quoi qu'il en soit de la portion du courant perdue pour l'effet total la déviation définitive de l'aiguille du rhéomètre fut 40°, celle à peu près que produisait la bobine N.° 3 seule. L'eau de puits fut rapidement décomposée avec des électrodes en fils de platine; l'eau parfaitement pure, chaude ou froide, le fut aussi très nettement.

La quantité d'hydrogène fournie par cette bobine double, fut augmentée sensiblement et portée à environ $\frac{1}{2}$ centimètre cube par heure.

Avec la même bobine, j'ai argenté des fils de cuivre de 1mm de diamètre et de quelques décimètres de longueur, des pièces de deux et cinq centimes; l'adhérence du métal déposé était très satisfaisante. Je n'ai obtenu que de très minces dépôts galvano-plastiques dans l'espace d'une journée de 10 heures, et sur une surface de 8 à 10 cent. carrés.

En réunissant les bobines N.os (1), (2), (3), de manière à ne former qu'un seul circuit ayant pour longueur totale 8070m, on a obtenu sensiblement les mêmes effets, à l'exception peut-être des commotions dont l'énergie ne permettait pas d'apprécier l'intensité relative.

Au lieu de réunir les fils des bobines bout à bout, on les a réunis en section triple, dans le but d'accroître les effets physiques. On obtint aisément de cette manière une action plus énergique sur l'aiguille aimantée, et une étincelle plus brillante; mais, chose curieuse, il fut impossible d'obtenir un effet chimique égal à l'effet produit par l'une des bobines accouplées, N.os (1) ou (3). Ainsi l'eau ne put être décomposée.

On peut se rendre compte de cette impuissance à produire une action chimique, en considérant que le courant de l'une des trois bobines, prise individuellement, a plus de facilité à passer dans le circuit des deux autres qu'à vaincre la résistance opposée par l'eau. Par exemple : si l'on jette les yeux sur la figure théorique (3) on verra que le courant de la bobine N.° (3), peut parcourir les circuits formés par le fil N.° (3) lui-même avec les fils des bobines N.os (2) et (1). Il en est de même pour les courants des N.os (2) ou (1) à l'égard des circuits où ils ne prennent pas naissance. Les flèches montrent comment se dirigent ces divers courants.

Telles sont les expériences que j'ai faites sur l'induction magnétique terrestre par l'intermédiaire d'un volant en fonte La suppression de l'hôtel des monnaies, par suite le démontage du volant en question, m'ont empêché d'élucider différents points qui me restaient à étudier. En somme, ces expériences suffisent pour montrer qu'on peut utiliser le mouvement du volant d'une machine pour engendrer des courants électriques capables de produire tous les effets physiques, physiologiques et chimiques des courants des piles. Les effets de ces courants croîtront avec la grosseur et la grandeur du volant, toutes choses égales d'ailleurs, avec sa vitesse, et avec la petitesse de l'angle de son plan avec le plan du méridien magnétique.

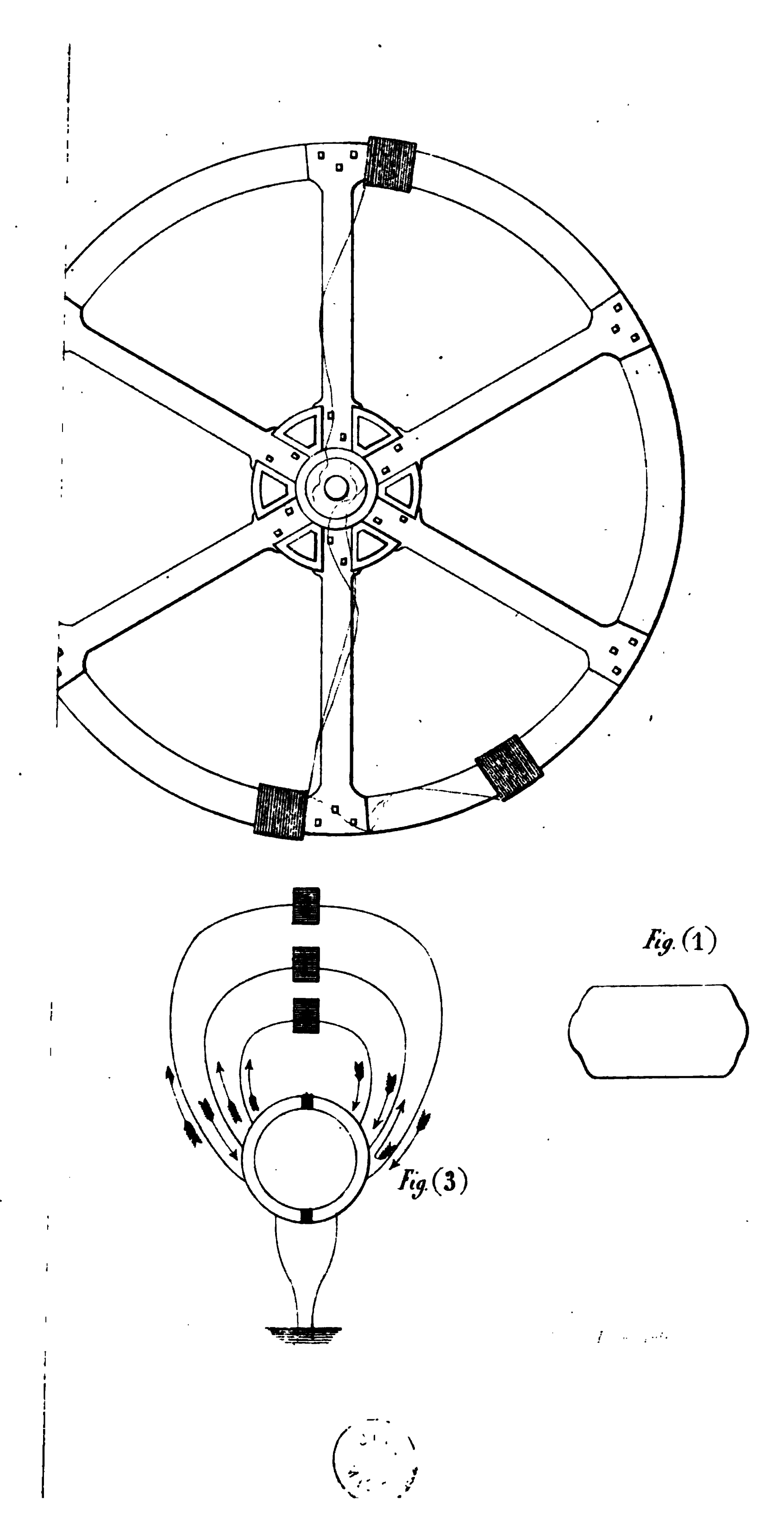
Sous le rapport chimique, les résultats que j'ai obtenus ne me semblent pas favorables à une exploitation pratique de la dorure ou des dépôts galvaniques; mais ils prouvent qu'au point de vue physique ou physiologique, on peut tenter quelques applications Par exemple : pour une certaine vitesse du volant, l'aiguille aimantée du rhéomètre

dévie d'un angle qui reste constant; l'aiguille est immobile; mais pour des vitesses moindres et pour des intervalles un peu grands des deux moitiés de l'anneau du commutateur, cette aiguille oscille dans des limites d'autant plus grandes que la vitesse est plus petite. C'est ainsi que de mon cabinet d'observation je pouvais parfaitement juger, à la vue de l'aiguille aimantée, de la régularité et de la vitesse de marche de la machine à vapeur. — Donc une aiguille aimantée placée dans le cabinet du chef d'usine, et animée par le courant d'induction terrestre, pourra servir d'avertisseur et indiquer non-seulement l'arrêt de la machine, mais la régularité de sa marche.

Le même courant lancé dans un électro-aimant à fil convenable, le pourra rendre utilisable, soit pour sonnerie, soit pour régulateur électro-magnétique.

Disons enfin que ce courant, d'après quelques essais que nous avons tentés, pourrait-être employé à l'indication du niveau d'eau dans les générateurs à vapeur.

Le diamètre du fil qui me paraît le plus convenable pour ces applications devrait rester compris entre un millimètre et demi et un millimètre.


Fig. (1)
Fig. (3)

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES,
DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

TROISIÈME MÉMOIRE (*)

SUR LES CHAUX HYDRAULIQUES ET LA FORMATION DES ROCHES PAR LA VOIE HUMIDE,

Par M. FRÉD. KUHLMANN, Membre résidant.

Séance du 20 novembre 1857.

1.re PARTIE.

La production de l'acide nitrique par oxidation d'un des principes constitutifs de l'ammoniaque, au moyen de l'éponge de platine, m'avait conduit à donner des phénomènes de la nitrification une explication qui a été généralement adoptée par les chimistes. Dans le cours de mes études, les efflorescences des murailles avaient fixé tout particulièrement mon attention et ont été l'objet d'un mémoire présenté à l'Académie, en décembre 1839.

J'ai constaté, à cette occasion, que souvent les efflorescences des murailles ne présentaient dans leur composition aucune trace de nitre, qu'elles étaient formées presqu'entièrement de carbonate et de sulfate de soude et que le carbonate de potasse donnait lieu à des exsudations dans les parties basses des constructions. Je n'eus pas de peine à reconnaître que ces sels alcalins provenaient de la chaux employée à la préparation des mortiers et que les chaux hydrauliques, et surtout les ciments naturels, contenaient des quantités notables de potasse.

Quant à l'origine de cette potasse, je l'ai dès-lors attribuée à la

(*) Voir un premier Mémoire, année 1841, p. 29, et un deuxième Mémoire, année 1855, p. 148.

décomposition par la chaux des silicates alcalins, qui existent dans un grand nombre de pierres à chaux, et en particulier dans les pierres qui appartiennent aux formations anciennes telles que le calcaire anthraxifère qui fournit la chaux de Tournay.

La constatation de l'existence des sels de potasse dans les calcaires venait expliquer d'une manière satisfaisante la présence du nitre tout formé dans les plâtras salpêtrés, comme aussi l'existence de ce sel ou d'autres sels à oxides alcalins dans les plantes.

Dans la séance du 5 mai 1841, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie un premier Mémoire, où j'ai cherché à expliquer comment la présence des alcalis dans les calcaires peut exercer de l'influence sur la qualité de la chaux, et quel rôle on peut leur attribuer dans la formation des chaux et ciments hydrauliques.

Voici comment je m'exprimais à ce sujet :

« Les chimistes n'admettront pas que l'existence de la potasse ou » de la soude dans tous les calcaires à chaux hydraulique, soit acci- » dentelle et sans influence sur la chaux. De quelle manière cette » intervention a-t-elle lieu? Je pense que sous l'influence de la » potasse ou de la soude, les calcaires siliceux ou la chaux grasse » mêlée d'argile peuvent donner lieu par la calcination à des com- » binaisons doubles de chaux, de silice ou d'alumine et d'un alcali, » soit la potasse ou la soude, que ces combinaisons sont analogues aux » combinaisons naturelles que les minéralogistes désignent sous le » nom de mésotype, d'apophyllite, de stilbite, et que même il peut se » former artificiellement un composé de silice, d'alumine et de soude, » analogue à l'analcime. »

J'ajoutai : « Il est à remarquer que ces divers composés constituent » des hydrates, et que s'ils font partie des chaux hydrauliques natu- » relles, ils doivent perdre leur eau par la calcination, pour la reprendre » ensuite, lors de l'humectation, et amener ainsi une prompte conso- » lidation des mortiers.

Le 28 décembre 1840, je commençai un mémoire descriptif d'un brevet d'invention, dans les termes suivants : « Un travail » étendu sur la nitrification et les efflorescences nitrières m'ayant

» conduit à faire un examen approfondi de la nature chimique des » pierres à chaux, cette étude analytique m'a permis de constater » que dans les calcaires qui servent à faire la chaux, il existe une » quantité variable de potasse ou de soude à l'état de silicates, de » chlorures, et quelquefois de sulfates. J'ai démontré par suite que » lors de la calcination de ces pierres, la chaux agit sur les silicates » alcalins et ceux obtenus par la décomposition des chlorures » et sulfates alcalins, en présence de l'argile, et qu'elle se transforme » ainsi en silicate basique ; enfin que les alcalis mis à nu portent » leur action sur une nouvelle quantité de silice et d'alumine. » Les silicates et aluminates alcalins formés donnent à leur tour, en » présence de la chaux, des silicates et aluminates de chaux.

» J'ai constaté par de nombreuses analyses que les chaux sont » d'autant plus hydrauliques que les pierres qui les fournissent » ont contenu de plus grandes quantités de sels de potasse et de » soude, et en même temps de l'argile ; et que la théorie de la » formation de la chaux hydraulique et du ciment romain repose sur » les transformations ou décompositions successives dont il vient » d'être question. »

Après avoir apprécié ainsi ce qui se passe lors de la calcination des chaux hydrauliques naturelles et artificielles et des pierres à ciment, j'ai prouvé expérimentalement que la chaux grasse délayée dans l'eau prenait tous les caractères des meilleures chaux hydrauliques, par son mélange avec un peu de silicate alcalin soluble. De là il n'y eut qu'un pas pour arriver à l'application de ces silicates à la consolidation des pierres calcaires poreuses, application qui aujourd'hui a pris une place importante dans la conservation de nos monuments.

Dès mes premiers travaux sur la *silicatisation* j'ai attribué les phénomènes produits par la pénétration de la dissolution siliceuse dans les pierres calcaires à deux causes distinctes : à une réaction chimique déterminée par les principes constitutifs de la pierre elle-même, et à la décomposition des silicates par l'acide carbonique de l'air.

Lorsqu'il s'agit de l'action des carbonates calcaires sur les silicates alcalins dissous, l'action n'est pas aussi instantanée que lorsque ces silicates sont en contact avec le plâtre, le chromate de plomb, les phosphates calcaires et magnésiens où il y a double décomposition. L'action des calcaires sur les silicates alcalins n'est pas immédiate, elle est successive, mais l'expérience directe permet de constater que le carbonate de chaux attire la silice des silicates et forme tout d'abord, sans déplacement de l'acide carbonique, un silicéo-carbonate et de la potasse libre. D'un autre côté du silicate de chaux, récemment préparé, quoique bien exempt de potasse ou de soude, attire encore de l'acide carbonique de l'air pour former le même composé.

L'autre mode d'action que j'ai signalé consiste dans la décomposition par l'acide carbonique de l'air des silicates alcalins et la consolidation graduelle de la silice ainsi précipitée.

Ce dernier phénomène se produit toutes les fois qu'on expose des dissolutions de silicate alcalin à l'air. Le résultat est une gelée parfaitement transparente qui prend successivement du retrait et acquiert, conservée à l'air humide, une grande dureté, sans perdre sa transparence; la potasse passe à l'état de carbonate. La silice ainsi contractée lentement devient assez dure pour rayer le verre.

Je me suis assuré qu'on peut hâter ce phénomène en comprimant graduellement la pâte siliceuse entre des doubles de papier non collé. Par une très-forte pression, j'obtiens ainsi des masses de silice, qui à l'air conservent leur état vitreux et acquièrent de plus en plus de dureté.

Je disais à cette occasion dès 1841 :

« En réfléchissant à cette admirable réaction, n'est-on pas conduit » à attribuer toutes les infiltrations et les cristallisations de la silice » dans les roches calcaires et la formation d'une infinité de pâtes » siliceuses et alumineuses, à des réactions analogues, n'est-on pas » conduit à admettre que le silex pyromaque, les agates, les bois » pétrifiés et autres infiltrations siliceuses, n'ont point d'autre origine, » qu'ils doivent leur formation à la décomposition lente du silicate » alcalin liquide par l'acide carbonique. »

Je terminais en disant :

« En admettant l'intervention de la potasse comme dissolvant,
» il ne sera pas difficile de se rendre compte de la formation des
» calamines, de l'oxide d'étain cristallisé naturel, du plomb rouge
» de Sibérie, etc., etc. »

Et tout aussitôt, à l'appui de cette opinion, j'ai constaté l'existence de quelques traces de potasse ou de soude dans les pâtes siliceuses naturelles, dans le silex pyromaque, dans l'opale de Castella-Monté, dans diverses pâtes siliceuses et alumineuses, recueillies sur les bords du canal de Briare, et près de Confolens.

INFILTRATIONS SILICEUSES ET CONCRÉTIONS CALCAIRES.

Il n'est pas de minéralogiste qui n'ait été frappé des conditions particulières où se rencontrent souvent les infiltrations siliceuses, qui n'ait constaté que ces pétrifications se sont substituées aux matières animales, ainsi que nous les trouvons dans les coquilles. Souvent la silice prend la forme du bois ou des autres matières organiques, dont elle occupe la place, et qui ont disparu par la suite des temps.

J'ai essayé à cet égard une explication qui, si elle n'est pas suffisante pour toutes les circonstances, tend du moins à faire sortir cette question de l'obscurité où elle est plongée. En examinant l'intervention de la potasse ou de la soude dans les transformations ou épigénies diverses, j'ai signalé en particulier le rôle que ces alcalis peuvent jouer comme moyen de transport, rôle analogue à celui que joue le deutoxide d'azote dans la fabrication de l'acide sulfurique, bientôt je suis resté convaincu que d'autres corps, quoiqu'en minime quantité, sont susceptibles de provoquer de la même manière des réactions ou décompositions successives.

En ce qui concerne les concrétions siliceuses qui ont pénétré dans les coquilles des Mollusques, en empruntant la silice à du silicate alcalin, on peut admettre que la décomposition lente de ce silicate a eu lieu soit par le carbonate d'ammoniaque, soit par l'acide carbonique qui résultent de la décomposition des matières

organiques. Le carbonate d'ammoniaque, en effet, peut jouer le rôle d'un agent continu de précipitation de la silice. Produit a l'état de carbonate par la décomposition de la matière animale, il précipite la silice du silicate alcalin, et se sépare à l'état d'ammoniaque caustique, lequel reprenant à l'air ou à l'eau d'infiltration, de l'acide carbonique, agit sur une nouvelle molécule de silicate pour continuer ainsi indéfiniment son action sur les silicates alcalins.

Si la formation des infiltrations siliceuses dans les coquilles présente un haut intérêt pour les géologues, celle des concrétions calcaires qui forment la coquille elle-même, a attiré depuis longtemps l'attention des naturalites, sans qu'à ma connaissance, ils soient parvenus à présenter une explication satisfaisante sur l'origine de ces singulières sécrétions.

Voici comment j'ai essayé d'expliquer la formation mystérieuse des coquilles. J'ai examiné souvent les mollusques qui les habitent, et leur contact avec du papier de tournesol rougi, a toujours donné lieu à une réaction alcaline, ce qui peut faire admettre que ces animaux sécrétent constamment un peu de carbonate d'ammoniaque. Si cette propriété était confirmée par un nombre suffisant d'observations, la présence constante de ce sel ammoniacal pourrait expliquer comment ces animaux peuvent puiser dans l'eau de la mer, le carbonate de chaux qui leur est nécessaire pour construire leurs coquilles. Le carbonate d'ammoniaque, en effet, en puisant dans l'eau de mer, pour passer à l'état de sesqui-carbonate, l'acide carbonique a la faveur duquel cette eau contient du carbonate de chaux, expliquerait le dépôt graduel de ce carbonate qui forme la substance essentielle des coquilles.

Il en serait de même de la formation des perles, des polypiers, etc.

Déjà en 1841, après avoir signalé le rôle de la potasse dans la formation des pâtes minérales solubles dans cet alcali, j'ai ajouté :

« Si d'un autre côté nous supposons l'intervention de l'alcali » combiné à de l'acide carbonique, à l'état de bicarbonate, ou » l'acide carbonique libre comme dissolvant, nous nous rendrons » facilement compte de la formation des calcaires compactes par

« l'infiltration dans les craies de dissolutions de carbonate de chaux,
» enfin si au lieu de carbonate de chaux nous admettons que de la
» même manière le carbonate de magnésie pénètre dans là craie,
» nous arriverons à la formation de certaines dolomies. »

J'assignais donc dans ces dernières réactions à l'acide carbonique un rôle analogue à celui de la potasse dans la formation des silicates susceptibles d'hydratations, lesquels, dans mon opinion, donnent leur caractère essentiel aux chaux et ciments hydrauliques.

Or, lorsque j'ai voulu expliquer l'influence de petites quantités de potasse pour transformer, lors de la calcination, en silicate de chaux, toute la quantité de silice contenue dans les calcaires, j'ai dû admettre que dès qu'une molécule de silicate alcalin a le contact de la chaux, il se forme du silicate de chaux, et que la potasse rendue libre, agit sur une nouvelle molécule de silice pour continuer ainsi la transformation de la totalité de la silice en un corps hydratable.

Si c'est l'acide carbonique qui intervient, cet acide, après avoir dissous le carbonate de chaux, le dépose à l'état cristallin et, redevenu libre, agit sur une nouvelle quantité de carbonate; ainsi s'expliqueraient ces amas considérables de carbonate de chaux cristallisé qui forment les marbres.

J'ai aussi attribué à une action analogue l'influence d'une petite quantité de carbonate de potasse ou de soude empêchant la formation des incrustations calcaires, dans les chaudières à vapeur. De cette façon j'ai pu expliquer l'efficacité d'un procédé que j'ai donné à l'industrie, et qui est aujourd'hui très-répandu. Ce procédé consiste à introduire dans les chaudières cent grammes de carbonate de soude par cheval vapeur, cette quantité de sel alcalin suffit pour transformer brusquement en un précipité amorphe, pendant plus d'un mois, le carbonate de chaux dissous dans l'eau d'alimentation de ces générateurs, lequel, dans les circonstances ordinaires, par un dépôt graduel, tend à affecter des formes cristallines. J'admets que le carbonate de soude enlève à l'eau, dès qu'elle entre dans le générateur, l'acide carbonique qui sert de dissolvant au carbonate de chaux qu'elle renferme, et que le carbonate alcalin, passé ainsi à l'état de bicarbo-

nate, est ramené par l'ébullition à l'état de sesquicarbonate, lequel agit de nouveau, de la même manière que le carbonate neutre.

Ainsi, quant aux pâtes calcaires, l'acide carbonique des eaux leur a servi le plus souvent de moyen de transport et d'agglutination ; cet acide en abandonnant graduellement les calcaires à l'état solide, les a placés dans des conditions plus ou moins favorables à la cristallisation, en donnant depuis le calcaire coquillier et celui que nous produisons artificiellement dans les générateurs à vapeur, et qui se compose de couches parallèles de cristallisation fibreuse, se rapprochant de l'arragonite fibreuse, jusqu'au spath d'Islande à formes géométriques si régulières.

ÉPIGÉNIES.

Le rôle assigné dans mes précédents travaux au silicate de potasse, rend compte d'un grand nombre de phénomènes métamorphiques, tantôt c'est la silice qui a pris l'empreinte extérieure de sels calcaires qui ont disparu, tantôt la silice s'est elle-même substituée à la chaux, à la magnésie, etc. Je suis d'ailleurs convaincu que l'acide carbonique de l'air n'est pas la seule cause de la précipitation de la silice; le sel marin, les sels ammoniacaux précipitent également la silice de ses dissolutions dans la potasse. D'autres affinités peuvent également intervenir par voie de double décomposition et amener la formation de silicates variés, sans que la potasse ne soit intervenue autrement que comme dissolvant et comme moyen de transport.

Si l'action de la potasse ou de la soude donne l'explication de beaucoup d'épigénies, il est d'autres agents dont l'intervention a dû être fréquente. J'ai fait voir :

1° Qu'un courant d'acide sulfhydrique transforme sans changement dans les formes cristallines, les carbonates, formiates, etc. de plomb en sulfure de plomb avec un certain dégagement de chaleur dû à la combustion de l'hydrogène de l'acide;

2° Que le gaz ammoniaque à chaud, ramène le peroxide de manganèse à l'état de protoxide, sans altération de sa forme cristalline;

3° Que l'hydrogène à l'état naissant réduit certains sels métalliques et nous présente les métaux affectant des formes cristallines variées, que, par exemple, lorsqu'on place une masse de cristaux de carbonate de plomb dans de l'eau acidulée par de l'acide sulfurique, et qu'on met en contact avec ces cristaux plongés dans le liquide acide, des fragments de zinc, la réduction du carbonate de plomb, gagne de proche en proche tant qu'il existe un point de contact entre lui, le zinc et l'acide. Par le même procédé on obtient avec l'oxidule de cuivre cristallisé, des cristaux octaédriques de cuivre métallique.

Que l'on ne perde pas de vue que ces conditions de désoxidation existent dans la nature partout où des matières organiques se détruisent lentement; souvent l'hydrogène naissant entraîne du soufre, et c'est ainsi qu'on peut se rendre compte de la formation des sulfures de fer dans les terrains marécageux, voire même, ainsi que nous l'expliquerons plus tard, des cristallisations de pyrites, dans des terrains de très-récente formation.

Je pourrais multiplier les exemples de ces sortes de phénomènes, mais je craindrais de donner à ce travail trop d'étendue. Les géologues, d'ailleurs, pour tous les phénomènes locaux qu'ils seront à même d'étudier complèteront mes observations. Dans une lettre que m'a adressée M. Sterry-Hunt, de Montréal, à l'appui de mes idées théoriques sur l'intervention des alcalis en quantité limitée dans les métamorphoses, ce géologue cherche à expliquer la formation de divers minéraux, tels que la serpentine, le talc, le péridot, le diallage et le pyroxène. (1)

Pour compléter cet exposé, en ce qui concerne les épigénies et les métamorphoses, il me suffira de rappeler à l'Académie un travail

---

(1) Dans ces formations le savant américain fait également intervenir les alcalis.

Le carbonate de magnésie et celui de fer, dit-il, forment avec une dissolution de silicate de soude, des silicates de magnésie et de fer, et le carbonate alcalin régénéré, pouvant dissoudre du quartz à la température de 100°, décompose une nouvelle quantité de carbonate terreux.

M. Sterry-Hunt admet, comme on voit, un mouvement continu analogue à ceux

que j'ai eu l'honneur de lui présenter dans sa séance du 25 février 1856 et qui a pour titre : ***Note sur la production artificielle et par voie humide du chlorure d'argent corné, et sur diverses épigénies par réduction d'oxydes ou de sels naturels.***

Dans ce travail, indépendamment des phénomènes métamorphiques, j'avais pour but de démontrer que toutes les fois qu'on produit avec une grande lenteur les décompositions chimiques, les résultats de ces décompositions qui, dans les conditions ordinaires, s'obtiennent à l'état de précipités ou masses amorphes, peuvent s'obtenir cristallisés, et pour arriver à ces résultats j'ai interposé entre les dissolutions de corps, susceptibles de réagir les uns sur les autres, des corps poreux faisant office de membrane osmotique.

Ce travail devait naturellement me conduire à apprécier d'une manière toute spéciale les conditions dans lesquelles s'effectuent les modifications de formes, que peuvent subir les corps déplacés par les réactions qui se produisent dans le sol ou à sa surface.

La seconde partie de ce travail comprendra des développements à ce sujet.

2.ᵉ PARTIE.

EAU DE CARRIÈRE.

Il est un phénomène dont je me suis plus particulièrement préoccupé. C'est que la plupart des matières minérales, lorsqu'elles sont récemment extraites de la terre, et surtout les pâtes siliceuses, ne présentent pas, à beaucoup près, la dureté qu'elles prennent ensuite

---

par lesquels j'ai expliqué, dans mes études sur les chaux hydrauliques, le transport successif de la silice sur la chaux ; — le rôle de l'acide carbonique ou des bicarbonates alcalins, tenant en dissolution des carbonates calcaires ou magnésiens, dans la formation et la cristallisation des calcaires compactes et des dolomies ; — enfin l'utilité de l'emploi d'une petite quantité de carbonate de soude pour empêcher l'incrustation des chaudières à vapeur.

successivement à l'air. On a donné le nom d'*eau de carrière* à l'eau restée interposée entre les molécules, et dont la perte graduelle sert d'explication au phénomène du durcissement à l'air des matériaux qui servent à nos constructions.

Le peu de dureté des pierres récemment extraites, qui se manifeste a un haut degré dans certaines pierres siliceuses, la meulière, par exemple, est une propriété commune à tous les calcaires. Ainsi, pour certains marbres, les feuilles sciées sur des blocs récemment extraits, subissent des fléchissements, si, étant posées de champ, elles ne sont pas maintenues dans une position verticale, si, par exemple, elles sont appuyées contre un mur, dans une position fortement inclinée. Toutes les matières minérales formées par la voie humide présentent, à divers degrés, les mêmes propriétés; ainsi les calamines n'acquièrent leur grande dureté que par leur exposition à l'air.

Il est difficile d'admettre que dans le durcissement des pierres, l'eau qui s'échappe graduellement soit exclusivement de l'eau d'hydratation, car j'ai remarqué que le phénomène du durcissement graduel des roches à l'air appartient aussi aux corps qui ne sont pas susceptibles de se constituer à l'état d'hydrates, tel est par exemple le sulfate de baryte.

Souvent ce sulfate se rencontre dans les carrières à l'état d'une pâte formée de cristaux microscopiques, et ces pâtes restent molles tout aussi longtemps que les molécules cristallines sont trop séparées, elles se délaient même dans une plus grande quantité d'eau par la seule agitation. Lorsqu'elles sont exposées à l'air assez humide pour qu'il n'enlève l'eau interposée que très-lentement, elles acquièrent une dureté considérable et telle que je suis porté à croire que les molécules cristallines ont conservé une tendance à se rapprocher dans un ordre symétrique qui permet de donner à la masse un aspect cristallin plus prononcé, phénomène qui ne s'accomplit pas si la dessiccation est trop précipitée et si les molécules cristallines, au fur et à mesure qu'elles se rapprochent par l'évaporation de l'eau interposée, n'ont pas le temps de se mouvoir.

J'ai essayé d'appuyer cette opinion par quelques expériences.

J'ai placé des pâtes cristallines et molles de sulfate de baryte dans de l'eau et dans de l'alcool, dans de l'air sec et de l'air humide, et voici ce que j'ai observé : dans l'eau la masse est restée molle, dans l'alcool elle s'est considérablement raffermie et a acquis une dureté égale au moins à celle qu'elle a prise dans l'air maintenu dans les meilleures conditions pour opérer le durcissement, c'est-à-dire dans de l'air légèrement humide. A l'air sec, la pâte cristalline n'a pas pris de consistance. En hâtant la dessiccation par l'action d'une douce chaleur, le résultat est encore plus mauvais, toute la masse se désagrége. J'ai eu recours dans ces expériences à l'alcool, parce que ce corps m'avait admirablement servi pour déplacer lentement la silice du silicate de potasse et l'obtenir fort dure. Ainsi le phénomène du durcissement par la soustraction de l'eau de carrière, ne serait pas dû seulement à l'évaporation de l'eau, mais à une cristallisation plus complète des masses minérales, et cette consolidation serait subordonnée aux conditions exigées pour toute cristallisation : le rapprochement lent des molécules et le repos.

En envisageant ainsi le phénomène de la consolidation des roches après leur extraction, je ne crois pas m'être engagé sur un terrain par trop hypothétique. Dans les cristallisations opérées dans l'eau, les masses cristallines se déposent symétriquement, et l'on peut croire que cette symétrie n'est pas seulement le résultat de la croissance du cristal par le contact de la dissolution saturée, mais aussi celui de la juxta-position symétrique de masses cristallines à noyaux distincts pour produire des dispositions tantôt en trémie, tantôt en escalier, en feuilles de fougère, etc.

CRISTALLISATION SPONTANÉE DES CORPS AMORPHES.

Après avoir fixé l'attention des chimistes et des géologues sur les circonstances qui déterminent la consolidaiion de certaines matières minérales naturelles, après avoir produit artificiellement par des réac-

tions diverses empruntées à l'acide carbonique de l'air ou à des agents plus énergiques, mais en modérant convenablement leur action, des masses dures et transparentes analogues à certains produits naturels tels que l'opale, le silex pyromaque, l'agate, etc., toute mon attention a été portée sur la cristallisation des produits ainsi déplacés de leur dissolution.

Lorsqu'on examine les dépôts cristallins naturels, on est frappé de cette circonstance, c'est que le plus souvent les cristaux sont fixés sur des couches de la même substance, mais à l'état amorphe, ou dont la contexture cristalline est moins marquée. A l'aspect d'un passage graduel de l'état amorphe à celui de cristaux, on reste convaincu que les parties amorphes ne diffèrent des parties cristallines que parce que leur formation a été plus précipitée. Voyons s'il n'y a pas d'autres circonstances qui ont motivé ces résultats divers.

Il m'a été donné de faire une étude particulière des concrétions siliceuses du Geyser, par suite de la libéralité de M. Pottier, commandant du brick l'Agile, en stationnement sur les côtes de l'Islande, lequel, dans l'unique intérêt de mes recherches, a pénétré jusqu'aux sources du Geyser. J'ai été ainsi à même de constater que les dépôts siliceux les plus compactes que laisse cette source célèbre, se fixent autour du cratère, sur le point où la température est la plus élevée, et que ces concrétions produites sur ces points présentent des cristaux de quartz bien caractérisés, lorsque la généralité se présente seulement dans les conditions de l'opale, telles qu'artificiellement je les ai reproduites au moyen des silicates solubles. Cette révélation, que l'obligeance de notre savant confrère, M. Brongniart, m'a permis de confirmer par l'examen des échantillons de concrétions siliceuses du Geyser qui font partie de la collection offerte au musée d'histoire naturelle par M. Robert, a son importance au point de vue théorique; elle m'a conduit à penser que des corps séparés de leur dissolution dans un état gélatineux ou amorphe, peuvent, par la seule tendance des molécules à affecter un état cristallin, se modifier lentement et se présenter enfin à l'état de cristaux d'autant plus beaux que le phénomène de cette transformation s'est accompli plus lentement et

plus tranquillement, et que dans quelques circonstances elle se trouve favorisée par la chaleur.

Quoique je sois parvenu à faire artificiellement des concrétions siliceuses assez dures pour rayer le verre, je n'ai cependant pas obtenu encore, par le repos seulement, de cristallisations bien caractérisées. Il est vrai que je n'ai pas eu à ma disposition cette action séculaire qui, dans la nature, accomplit des phénomènes si extraordinaires. En établissant que les matières minérales, quoique précipitées à l'état amorphe, peuvent prendre non-seulement l'état vitreux comme l'opale, le silex pyromaque, etc., mais encore la forme cristalline, je puis, à l'appui de mon opinion, citer bien des phénomènes observés depuis longtemps dans nos laboratoires. On sait que le soufre chauffé en mélange avec le mercure donne une masse noire qui, peu à peu sous l'influence de la chaleur, se transforme en une masse cristalline. Combien de précipités gélatineux ne prennent-ils pas à la longue un état grenu, combien d'hydrates comme l'oxide de cuivre ne se transforment-ils pas en corps anhydres et cristallins par la seule ébullition dans l'eau ?

Combien l'existence, dans quelques circonstances, de traces d'acide ou d'alcali, restées dans les précipités, comme cela peut avoir lieu dans les produits naturels, ne facilite-t-elle pas ces transformations?

L'exemple le plus frappant de ces modifications spontanées est sans contredit celui du malate de plomb qui, précipité sous forme de matière gélatineuse, prend après quelque temps de repos un état cristallin des plus remarquables. Ce même malate, précipité à chaud de dissolutions concentrées, donne une masse molle, d'aspect résineux, analogue au soufre mou, laquelle, après quelque temps de repos, présente une disposition cristalline dans sa cassure. Cet état mou du corps, qui correspond au verre ramolli par la chaleur, est un état où les molécules n'ont pas assez de mobilité et qui s'oppose à ce que la cristallisation puisse s'accomplir librement. Mais pour cela les corps n'ont pas perdu leur tendance à cristalliser; ce qui le prouve c'est le verre, qui se dévitrifie, s'il est maintenu liquide pendant quelque temps, c'est le

laitier qui, maintenu chaud en grandes masses, présente l'état vitreux à l'extérieur et des modifications diverses qui le rapprochent de certaines pierres à grain cristallisé, au centre; c'est, sans intervention de la chaleur, la larme batavique, qui éclate par suite d'un simple ébranlement; c'est le fer des essieux qui, par suite de vibrations continues, change sa texture fibreuse en un état cristallin ; c'est enfin le sucre d'orge, qui se désagrége à sa surface pour affecter une forme cristalline.

Dans les phénomènes de ces transformations des matières amorphes en matières cristallines, indépendamment de l'action efficace que peut exercer l'existence de quelques acides ou de quelques bases énergiques dont l'intervention consiste uniquement dans un moyen de transport, la chaleur a une grande influence. Ainsi les concrétions cristallines des pâtes siliceuses du Geyser sont facilitées par la température naturelle de l'eau, et sans nul doute les concrétions calcaires de nos chaudières à vapeur, concrétions d'une dureté excessive, et en tout comparables aux calcaires compactes naturels, se trouvent facilitées par la température élevée sous l'influence de laquelle ces concrétions se forment. Toutefois il ne faut pas admettre que cette température soit la condition *sine quâ non* de ces transformations, le temps peut suppléer à la température.

Ainsi, lorsque nous voyons des concrétions siliceuses cristallines entre les cloisons des coquilles, lorsque nous voyons les cavités qui existent dans les rognons de silex pyromaque, tapissées de fort beaux cristaux de quartz, nous devons admettre que la pâte siliceuse infiltrée dans ces coquilles ou déposée dans les cavités de la craie, s'est contractée et que là où l'action a été la plus lente, la silice gélatineuse s'est spontanément transformée en cristaux. Là se trouve l'explication d'une infinité d'infiltrations semi-cristallines, de la formation des géodes en général, où la partie qui touche aux parois des cavités où la géode s'est formée, ne présente souvent que peu de dispositions cristallines, lorsque la partie centrale présente la plus admirable cristallisation.

Ces considérations diverses qui viennent si complétement justifier l'efficacité de mes procédés d'injection de pâte siliceuse des corps

poreux et expliquer le durcissement graduel auquel cette injection donne lieu, rendent compte de la consolidation lente des pierres, lorsqu'elles perdent l'eau de carrière et tendent à jeter un grand jour sur toutes les concrétions et cristallisations géodiques des roches, quelle que soit leur composition chimique. Elles ne sauraient toutefois présenter encore qu'une exposition générale d'une opinion personnelle, opinion à laquelle j'espère donner tout le caractère d'une théorie admissible par tous les géologues, lorsque j'aurai pu compléter mes expériences sur l'influence de certains agents intermédiaires pour activer les transformations des masses amorphes en masses cristallines, et aussi l'influence que la pression et les hautes températures exercent sur ces transformations.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

DOCUMENTS

SUR L'HISTOIRE DU NORD DE LA FRANCE,

Par M. le M[is] DE GODEFROY-MENILGLAISE,
Membre correspondant.

Séance du 4 décembre 1857.

A Messieurs les Membres de la Société des Sciences, de l'Agriculture et des Arts de Lille

MESSIEURS,

Un des noms les plus familiers et les plus recommandables à ceux qui s'occupent de l'histoire de notre pays est celui du chanoine Sanderus, qui durant une longue et laborieuse vie, consacra des veilles multipliées et des sommes considérables à l'étude des antiquités de la Flandre et à la reproduction de ses monuments. Maintenant que le temps a fait son œuvre, que la Révolution bien autrement dévastatrice que le temps, a fait disparaître tant d'édifices témoignant de la foi, du goût et de la richesse de nos ancêtres, nous pouvons encore, en feuilletant les magnifiques pages de la *Flandria illustrata*, contempler les églises à l'ombre desquelles ils priaient, les châteaux, splendeur et protection de leurs grasses campagnes, les villes, foyer de leur puissante industrie, les places publiques, théâtre de leur orageuse liberté, les beffrois qui tant de fois tintèrent pour la protection des franchises et la défense de la cité. Celui

même qui n'a point l'attrait ou le loisir des lectures érudites saisit dans ces gravures si nombreuses, si exactes et d'un mérite d'exécution incontestable, la physionomie de la Flandre au dix-septième siècle, et est transporté au milieu d'elle par les yeux en même temps que par la pensée. C'est un moyen heureux de nous intéresser au passé. Pour mon compte, j'avoue que l'amusement qu'y trouva ma première jeunesse, éveilla de bonne heure chez moi le désir de connaître nos annales Flamandes.

Ce bon prêtre, si dévoué à la gloire du pays qui l'avait vu naître, eut d'autant plus de mérite à poursuivre son œuvre vaste et patriotique, et qui exigeait des dépenses devant lesquelles reculeraient les plus hardis éditeurs d'aujourd'hui, qu'entr'autres obstacles il eut à lutter contre l'exiguité de ses ressources personnelles. Une tradition constante, que sur des données peu concluantes on a récemment essayé de contester, nous apprend que ses dispendieuses publications furent loin de l'enrichir, et que la misère eut aggravé pour lui les rigueurs de la vieillesse, sans la généreuse hospitalité des moines d'Afflighem.

Une pièce que j'ai trouvée dans ma bibliothèque, révèle que sa jeunesse ne fut pas plus favorisée de la fortune que ses dernières années. Elle nous le montre à l'âge de vingt ans, boursier d'Anchin, et réduit à solliciter pour se procurer les vêtements convenables à sa condition d'étudiant en théologie. C'est une requête, peut être autographe, adressée à Messieurs de la Chambre des comptes de Lille, implorant une apostille favorable près du Conseil des finances de Bruxelles, à l'effet d'en obtenir une gratification destinée à fournir sa modeste garde-robe ecclésiastique.

Elle n'est point datée : mais l'âge qu'il s'y donne correspond à l'année 1606 ; car il était né en 1586.

J'en offre la transcription et la traduction à la Société, pensant que ce détail sur un homme qui a si bien mérité de nos contrées, ne lui sera pas indifférent, et désirant lui apporter un faible tribut qui témoigne au moins combien je suis flatté d'être associé à ses doctes travaux.

Le Président de la protection duquel Sanderus se dit déjà assuré, doit être Jean Destrompes que le greffier Deseur, dans son volume sur la Chambre des Comptes, qualifie « Chevalier, S.r de Westhove, Fresnoy, Zantervelt. » Il était de Bruges, fut nommé auditeur en 1570, maître en 1571, président en 1594, après Messire Paul de la Grange, et décéda en 1617.

Vous remarquerez, Messieurs, l'emploi du latin dans une requête adressée à des magistrats dont les attributions étaient toutes financières. Cette circonstance indique combien la langue de l'Eglise et de la science était alors familière, combien les humanités étaient sérieuses.

Vous remarquerez aussi que le nom du postulant conserve encore sa terminaison flamande. Généralement les savants latinisaient ou grécisaient leur nom, mais seulement quand ils étaient entrés dans la carrière littéraire. C'est donc plus tard, lorsqu'il commencera à publier, qu'il se présentera sous le nom de Sanderus. Son grand père prit quelquefois celui d'Alexandrius qui est la véritable traduction de Sanders. Notre auteur appartenait vraisemblablement à la famille Gantoise de *Sersanders*, forme flamande de *Sire Alexandre*. De même *Serclaes*, sire Nicolas.

Je n'ai pas besoin d'ajouter que les Altesses Sérénissimes dont parle la requête, sont l'archiduc Albert et l'Infante Isabelle, alors conjointement souverains des Pays-Bas, et qui y ont laissé une mémoire respectée.

Agréez, Messieurs, l'assurance de mes sentiments dévoués et de haute considération.

M.is DE GODEFROY MÉNILGLAISE,
Membre correspondant

Amplissimis Dominis D. Præsidi virisque Consiliariis Cameræ rationum SS. Celsitudinum in urbe Insulensi.

Exponit cum omni reverentiâ Antonius Sanders Gandavensis, ætatis vigintl annorum, ut abhinc elapso anno promotionem adeptus, deinceps ad sacram theologiam sese conferre decreverit, eamque ob causam magnorum virorum consideratione, bursam in seminario regis Hispaniarum Duaci obtinuerit. Sed cùm res domesticæ ejus, horum temporum injuriâ, adeo sunt tenues ut ad vestimenta theologiæ studioso convenientia obtinenda neutiquam sufficiant, implorans vestrum auxilium supplex ad pedes amplissimi vestri concilii sese provolvit. Obsecratque ut ejus ad bene faciendum paratum animum vestro subsidio paulisper foveatis; ne hactenus studia satis feliciter inchoata, et ad finem penè producta, turpiter et magno sui cum detrimento deserere cogatur.

Eâ autem ratione, viri amplissimi, summum mihi auxilium attuleritis, si ea vobis, quæ jam (laus Superis) prudentissimo vestro Præsidi est, voluntas et consilium fuerit, ut nempe uno atque altero verbo commendatitio ad consilium financiarum S. S. Celsitudinum Bruxellas proficiscar. Quam mentem ut vobis Deus concedat, apud eum assiduis precibus contendam. Simulque pro S. S. Celsitudinum, Ditionum Belgicarum, ac vestrâ omnium salute ex animo obsecrabo.

A très-illustres Messieurs les Président et Conseillers de la Chambre des comptes de leurs Altesses Sérénissimes en la ville de Lille.

Expose en toute révérence Antoine Sanders, Gantois, âgé de vingt ans, que l'an dernier il obtint la promotion, qu'ensuite il résolut de se livrer à l'étude de la théologie sacrée ; pour quoi, à la recommandation de personnes considérables, lui fut accordée une bourse dans le séminaire du Roi des Espagnes à Douai. Mais la misère des temps a tellement réduit ses moyens d'existence qu'il ne peut se procurer la tenue convenable à un étudiant en théologie. Il implore donc votre assistance, et se prosterne suppliant aux pieds de votre auguste assemblée, vous priant de soutenir un peu par votre aide son désir de bien faire : afin qu'il ne soit pas contraint d'abandonner honteusement et à son grand préjudice, des études assez heureusement commencées et parvenues presque à leur terme.

Ainsi vous me serez, très illustres Messieurs, d'un puissant secours, si vous voulez bien partager les dispositions qui animent déjà (Dieu soit loué) votre très-sage Président, et m'accorder deux mots de recommandation avec lesquels j'irai à Bruxelles près du Conseil des finances de leurs Altesses Sérénissimes. Je prierai assidument Dieu qu'il vous l'inspire, et en même temps l'implorerai de toute mon âme pour la conservation de leurs Altesses Sérénissimes, des provinces Belgiques, et de vos personnes à tous.

MÉMOIRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES, DE L'AGRICULTURE ET DES ARTS DE LILLE.

EMPLOI

DES CAPSULES ENFUMÉES

DANS L'ANALYSE CHIMIQUE,

Par M. H. VIOLETTE, Commissaire des poudres et salpêtres, Membre résidant.

Séance du 4 décembre 1857.

J'appelle capsule enfumée un petit godet en porcelaine A enduit de fumée par son immersion dans la flamme d'une bougie. Une goutte d'eau ou de solution saline, déposée dans cette capsule, y prend la forme globulaire, sans adhérence avec l'enduit charbonné, et l'addition dans ce globule d'une autre goutte de solution saline ou d'une parcelle solide de réactif, y produit tous les phénomènes de précipitation, coloration ou cristallisation, avec une grande évidence et une parfaite netteté : l'œil y saisit et y suit les moindres changements, rendus plus manifestes par le grossissement lenticulaire, et sans être gêné par l'interposition de la paroi du verre à expérience. Le phénomène observé et constaté, on projette au-dehors la gouttelette par une légère secousse de la capsule, qui reste nette, sans résidu, et parfaitement propre à l'examen d'une autre réaction, sans aucun mélange avec la précédente. Le vase est, pour ainsi dire, propre sans être nettoyé, et l'on n'a plus à craindre ces souillures, même légères, qui, dans les vases ordinaires, compromettent quelquefois les résultats de l'analyse.

J'exposerai ultérieurement la série des réactions que met en évidence et d'une manière fort curieuse, ce nouveau mode de recherche

analytique; quant à présent, je vais développer, comme exemple, l'analyse du salpêtre raffiné, avec la description des petits appareils que j'emploie, et qui sont très propres à des recherches du même genre. Il s'agit de déterminer la quantité de chlorure de sodium existant dans le salpêtre, à l'aide d'une dissolution titrée de nitrate d'argent. suivant les prescriptions de *Gay-Lussac*.

APPAREILS.

Nitrate d'argent. — Le flacon B contient la liqueur titrée de nitrate d'argent; il est enveloppé de papier, ou mieux il est en verre opaque et bleu, pour empêcher l'action destructive de la lumière; son bouchon de liége est traversé par une pipette, dont le trait *o* indique la capacité d'un centimètre cube; l'extrémité supérieure *o'* sera bouchée soit avec un petit liége, soit avec un petit tube renversé. La dissolution se compose de 4gr.,839 de nitrate d'argent fondu et 500 gr. d'eau distillée à 5° environ; un centimètre cube renferme 0gr., 0096784 de ce sel, pouvant décomposer ou précipiter 0gr., 0033 de sel marin.

Filtres. — Les filtres sont des petits disques de 0 m, 04 de diamètre, découpés par un emporte-pièce dans du papier spécial et pur, dit *Berzelius*. Le disque découpé F, est plié comme G, puis comme H. enfin ouvert comme I, en ayant soin de fixer en *o* la partie externe avec une parcelle de cire à cacheter. Les filtres, préparés à l'avance en grande quantité, sont renfermés dans le flacon E.

Capsule. — La capsule A est un des plus petits godets de porcelaine en usage pour les couleurs à l'eau, elle a 0 m, 022 environ de diamètre. On la saisit avec une pince pour la plonger dans la flamme; mais on la manie plus facilement en lui adaptant avec de la colle-forte un disque mince en liége *(l)*, dans lequel on enfonce une épingle servant de poignée et dont on garnit la tête d'un globule de cire à cacheter *(m)*. Il faut user de précaution pour enfumer convenablement la capsule, et l'usage seul donnera l'habileté nécessaire. La couche de fumée doit être assez épaisse et obtenue par plusieurs immersions successives. Si l'enduit de charbon est trop mince, il se mouille au contact

du globule qui s'étale et disparaît ; il faut, dans ce cas, essuyer et nettoyer la capsule pour la noircir de nouveau. Si la couche de charbon est à grains trop gros, grumeleuse, faite trop hâtivement, elle ne présente pas une consistance suffisante ; dans ce cas, le globule se couvre de plaques ou taches de charbon détachées, qui l'enveloppent et détruisent sa transparence.

Il m'a semblé, après bien des essais, que le meilleur mode pour obtenir un enduit fin, adhérent et durable, était de plonger brusquement la capsule dans le tiers supérieur de la flamme d'une bougie M pendant cinq ou six secondes seulement, et en changeant la place par un mouvement circulaire ; on laisse refroidir la capsule pendant une ou deux minutes, puis on la noircit de nouveau pendant cinq secondes, et l'on continue ainsi, cinq ou six fois, les alternatives de refroidissement et de noircissement. La capsule, bien préparée, offre une surface unie, d'une teinte égale et d'un beau noir. Il faut se garder de déposer une goutte sur la capsule encore chaude, parce qu'elle se mouillerait aussitôt par l'étalement de la goutte.

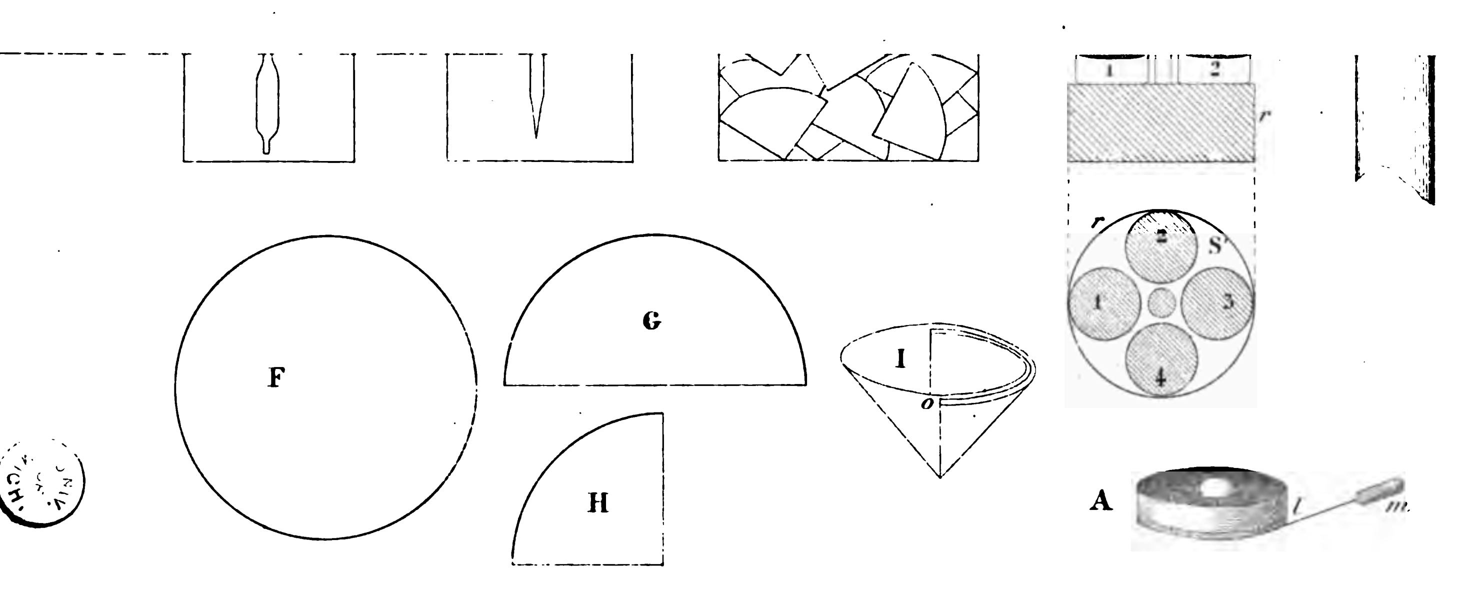
Il sera bon de noircir de temps en temps la capsule par un passage rapide dans la flamme avant de s'en servir, ainsi que de nettoyer la surface enfumée en y promenant un globule d'eau distillée. L'enduit charbonné est mouillé instantanément par les liquides acides, alcooliques et éthérés, et les solutions aqueuses y prennent seules la forme globulaire.

Support. — Le support S se compose d'un cylindre de bois *(r)*, dans lequel est implanté la tige en cuivre *(o)* ; sur cette tige, glisse, enroulé en spirale, un fil de platine *(p)* de 1/3 de millimètre d'épaisseur et 0 m, 15 de longueur, pesant 1 gr., 50 environ, terminé en un anneau de 0 m, 02 de diamètre, sur lequel on place le filtre *(q)* ; sur le bloc de bois *(r)* sont rangées symétriquement quatre capsules enfumées 1, 2, 3 et 4. Par un léger mouvement de torsion imprimé à la spirale de platine, on promène successivement le filtre au-dessus de chaque capsule, sur laquelle il dépose la goutte liquide et filtrée. Les capsules enfumées sont ordinairement enfermées dans une boîte en carton à l'abri de la poussière.

Il sera très facile par ce procédé d'employer pour la dissolution de l'échantillon de salpêtre, au lieu d'eau distillée, une eau quelconque, de puits ou de rivière, en déterminant une fois pour toutes la quantité de gouttes de solution de nitrate d'argent nécessaire pour décomposer les chlorures contenus dans soixante centimètres cubes de cette eau.

Ce mode d'analyse est aussi prompt que facile; il exige à peine un quart-d'heure; il est affranchi de tous les soins de lavage et de propreté, et l'évidence du moindre précipité blanc, se projetant sur fond noir et amplifié par la forme lenticulaire du globule, lui donne une extrême sensibilité. Néanmoins il exige une légèreté de main et une adresse de vision, que peut seule donner une pratique prolongée. Ces avantages semblent promettre d'autres applications à l'emploi des capsules enfumées et notamment dans l'analyse des matières argentifères. On fera bien de réunir dans une petite caisse ou nécessaire, comme je l'ai fait, les divers ustensiles et réactifs nécessaires, de manière à avoir le tout dans la main, et dans un état de propreté désirable. Les capsules sont logées dans un petit tiroir et maintenues dans une cavité ou petite loge creusée dans le bois.

Je répète que l'analyse du salpêtre raffiné n'est qu'un exemple de l'application du procédé; c'est au chimiste à perfectionner ce mode, que la présente note ne fait qu'indiquer; il sera récompensé de sa persévérance, d'une part par l'affranchissement des soins fastidieux de lavage, et d'autre part l'éclat, la vigueur, la riche couleur des précipités obtenus dans les réactions métalliques : ainsi la goutte d'eau contenant une parcelle de chlorure d'or et d'acide oxalique se couvre, après quelques minutes, d'un enduit métallique qui lui donne l'aspect d'une brillante perle d'or; dans une autre goutte contenant un globule de mercure et un sel d'argent, on voit poindre, grandir et se grouper les beaux cristaux de l'arbre de *Diane*. L'étude est attrayante et récompensera le travail persévérant.



Les figures **F, G, H, I, A** *sont de grandeur naturelle, les autres sont de demi grandeur.*

LISTE DES MEMBRES DE LA SOCIÉTÉ IMPÉRIALE DES SCIENCES

Du 1.er *janvier au* 31 *décembre* 1857.

COMPOSITION DU BUREAU POUR L'ANNÉE 1857.

Président,	MM. LAMY.
Vice-Président,	VIOLETTE, ✻.
Secrétaire-général,	FROSSART.
Secrétaire de correspondance,	CANNISSIÉ.
Trésorier,	BACHY.
Bibliothécaire,	CHRESTIEN.

Membres honoraires.

MM. LE PRÉFET du département.
LE MAIRE de la ville de Lille.
DESMAZIÈRES, propriétaire, membre titulaire le 22 août 1817.

Membres titulaires.

Admis en	
1806, 12 septemb.	MM. DELEZENNE, ✻, correspondant de l'Institut.
1819, 3 décemb.	LOISET, médecin-vétérinaire.
1821, 7 septemb.	LESTIBOUDOIS, ✻, conseiller-d'État, correspondant de l'Institut. (1)
1823, 18 avril.	VERLY, architecte.
1823, 6 juin.	MOULAS, homme de lettres.
1824, 19 mars.	KUHLMANN, ✻, fabricant de produits chimiques, correspondant de l'Institut.

(1) Devenu correspondant le 16 octobre en quittant Lille.

1825, 21 octobre.	MM. BAILLY, docteur en médecine.
Id. 2 décemb	HEEGMANN, propriétaire.
1828, 21 novemb.	DE COURCELLES, propriétaire.
Id. 5 décemb.	DANEL, propriétaire.
1832, 3 février.	LEGRAND, ✲, avocat, député au Corps législ.
1835, 19 juin.	LE GLAY, ✲, conserv. des archiv. du Nord, correspondant de l'Institut.
1836, 1 juillet.	BENVIGNAT, architecte.
1840, 3 janvier.	J. LEFEBVRE, ✲, propriétaire, agronome.
Id. 20 novemb.	TESTELIN, docteur en médecine.
1841, 5 mars.	CAZENEUVE, ✲, direct. de l'école de médec.
1842, 21 janvier.	CHON, professeur au lycée.
1844, 19 avril.	BACHY, propriétaire.
Id. 21 juin.	DELERUE, juge-de-paix.
1845, 10 novemb.	CALOINE, architecte.
1847, 9 avril.	CHRESTIEN, prof. sup. à l'école de médec.
Id. 23 avril.	LAMY, professeur à la faculté.
1848, 7 janvier.	LAVAINNE, professeur de musique.
Id. 7 janvier.	CORENWINDER, chimiste, agronome.
Id. 17 mars.	DUPUIS, avocat.
Id. 20 octobre.	PARISE, prof.r à l'école de médecine.
1849, 6 avril.	DELIGNE, homme de lettres.
1852, 30 janvier.	BLANQUART-EVRARD, ✲, propriétaire.
Id. 20 mai.	COLAS, peintre d'histoire.
1852, 10 déc.	VIOLETTE, ✲, comm. des poudres et salpêt.
	GARREAU, prof. à l'école de médecine.
	BRUNEEL, ✲, homme de lettres.
	GOSSELET, docteur en médecine.
	MEUREIN, maître en pharmacie.
1854, 28 juillet.	COX, ✲, filateur.
Id. 4 août.	CANNISSIÉ, homme de lettres.
Id. 4 août.	FIÉVET, constructeur de machines.
1855, 2 mars.	LACAZE-DUTHIERS, D.-M., prof.r à la faculté.

1855, 2 mars.	MM.	PASTEUR, L., ✻, doyen et professeur à la faculté (1).
Id. 2 mars		MAHISTRE, professeur à la faculté.
Id. 2 novemb.		FROSSARD, Ch.-L., pasteur de l'église réformée.
1856, 25 juillet.		PAELE, bibliothécaire de la ville.
1857, 20 mars.		PORTELETTE, professeur au lycée.

Membres correspondants. (2)

Admis en		
1809, 28 février.	MM.	MARCEL DE SERRES, natural. à Montpelllier.
1810, 3 septemb.		TORDEUX, à Cambrai.
1819, 8 janvier.		CHARPENTIER, doct. méd. à Valenciennes.
1820, 16 juin.		Onésime LEROY, homme de lettres, id.
1821, 5 octobre.		VILLERMÉ, membre de l'Institut.
1822, 3 mai.		DESRUELLES, doctéur-médecin à Paris.
1823, 21 février.		POIRIER-ST.-BRICE, ing. des mines à Paris.
1824, 7 mai.		DUTILLŒUL, bibliothécaire à Douai.
1825, 21 octobre.		DESMYTTÈRE, docteur-médecin à Rouen.
1826, 3 février.		BRA, statuaire à Douai.
Id. 7 juillet.		GEOFFROY-ST.-HILAIRE, memb. de l'Institut.
Id. 3 novemb.		DUMERIL, membre de l'Institut.
Id. 24 novemb.		DERODE, V., négociant à Dunkerque.
Id. 1 décemb.		DUBRUNFAUT, chimiste à Paris.
1827, 2 juin.		BREBISSON fils, doct. médecin à Bordeaux.
Id. 21 décemb.		BEGIN, membre du conseil de santé.
1828, 18 janvier.		LECOCQ, M. H., natural. à Clermont-Ferr.
Id. 1 février.		DUCHASTEL, (le comte), Belgique.
Id. 16 mai.		TIMMERMANS, de l'Acad. royale de Belgique.
Id. 6 juin.		GUERIN-MENNEVILLE, naturaliste à Paris.

(1) Devenu correspondant le 7 novembre, en quittant Lille.

(2) Ne sont repris ici que les correspondants ayant entretenu des relations avec la Société dans les trois dernières années.

1828, 3 juillet.	MM.	DUMAST, homme de lettres à Nancy.
1829, 17 octobre.		BOUILLET, inspect. des monum. à Clermont-Ferrand.
Id. 16 janvier.		LIEBIG, correspondant de l'Institut.
Id. 20 mars.		DERHEIMS, pharmacien à St.-Omer.
Id. 20 mars.		CORNE, ancien magistrat.
Id. 5 août.		VINCENT, membre de l'Institut.
Id. 5 août.		GIRARDIN, corresp. de l'Institut, à Rouen.
1830, 20 février.		DEMEUNYNCK, doct. méd. à Bourbourg.
Id. 7 mai.		KUNZE, à Leipsick.
Id. 21 mai.		MARTIN-ST.-ANGE, doct.-médecin à Paris.
Id. 19 novemb.		CONTENCIN (DE), direct. des cultes à Paris.
Id. 17 décemb.		MOREAU DE JONNÈS, membre de l'Institut.
1831, 31 janvier.		Milne EDWARDS, membre de l'Institut.
Id. 31 janvier.		SCOUTETTEN, docteur en médecine à Metz.
1832, 18 mai.		JOBARD, à Bruxelles.
Id. 8 juillet.		FÉE, A. prof., fac. de méd. de Strasbourg.
Id. 7 sept.		GRAR, avocat à Valenciennes.
Id. 28 sept.		GRAVIS, docteur-médecin à Calais.
1833, 1 février.		LAISNÉ.
Id. 5 juillet.		DESPRETZ, membre de l'Institut.
Id. 20 sept		JUDAS, méd.-militaire en retraite à Passy.
Id. 8 novemb.		MAZIERES, à Reims.
Id. 20 décemb.		MALLET, anc. recteur d'académie à Paris.
1834, 4 juillet.		VANDERMAELEN, à Bruxelles.
Id. 19 sept.		MICHAUD, naturaliste,
Id. 8 novemb.		BIDART, docteur-médecin à Arras.
Id. 21 novemb.		BABINET, membre de l'Institut.
Id. 5 décemb.		GUERARD, docteur-médecin à Paris.
1836, 1 avril.		CHAMBERET (DE) E., directeur de l'école la Martinière.
Id. 6 novemb.		Auguste DE LA RIVE, professeur de physiq. à Genève.

1837,	3 février. MM.	WESTWOOD, naturaliste à Londres.
Id.	3 mars.	QUETELET, secrét. de l'Acad. de Bruxelles.
Id.	1 décemb.	THIERS, membre de l'Institut.
Id.	1 décemb.	BERKELEY, naturaliste (Angleterre).
1838,	16 mars.	DUFOUR, L. corresp. de l'Instit., à St.-Sever.
1839,	15 février.	LIOUVILLE, membre de l'Institut.
Id.	19 avril.	LEGOUARANT, of. du génie en retr. à Lorient.
Id.	7 juin.	Le baron LARREY, docteur en médecine.
Id.	7 juin.	WESMAEL, de l'Acad. royale de Belgique.
Id.	6 sept.	LACORDAIRE, entomologiste à Liége.
Id.	8 novemb.	BRESSON, Jacques.
Id.	8 novemb.	BAUDRIMONT, prof., faculté des sciences de Bordeaux.
1840,	7 août.	GARNIER, bibliothécaire à Amiens.
Id.	4 setpemb.	BRAVAIS, membre de l'Institut.
Id.	18 décemb.	COLIN, professeur de chimie.
1841,	3 février.	MATHIEU DE MOULEON.
Id.	19 mars.	VINGTRINIER, docteur en médecine à Rouen.
1842,	2 sept.	DAVAINNE, ingénieur en chef à Arras.
1843,	3 mars.	TORDEUX, médecin à Avesnes.
Id.	21 avril.	HILAIRE DE NEVILLE.
1844,	2 mars.	LE BIDART DE THUMAIDE, à Liége.
Id.	2 mars.	GUASTALLA, médecin à Trieste.
Id.	17 mai.	MALHERBE, vice présid. du trib. de Metz.
Id.	2 novemb.	DINAUX, Arthur, à Valenciennes.
1845,	20 juin.	CAUMONT (DE).
1846,	6 mars.	MULSANT, entomologiste à Lyon.
Id.	17 juillet.	WARMANN, Elie, professeur.
Id.	27 juillet.	DUFAY, officier d'administration.
Id.	4 sept.	HUBERT-VALLEROUX, docteur-méd. à Paris.
Id.	6 novemb.	BOUCHARD-CHANTEREAU, nat. à Boulogne.
Id.	11 décemb.	BARRÉ, L.
1847,	5 février.	PERRON, prof. de philosophie à la faculté de Besançon.

1847,	5 mars.	MM. De Busscher, homme de lettres à Gand.
1848,	5 mai.	Decoussemacker, juge à Dunkerque.
1849,	6 avril.	Landouzy, direct. de l'école de médecine de Reims.
Id.	20 avril.	Durand-Fardel, docteur-médecin à Paris.
Id.	1 juin.	Jeanron, peintre d'histoire à Paris.
Id.	20 juillet	Jusserand.
Id.	5 octobre.	J. Guérin, rédact. de la *Gazette médicale* de Paris.
Id.	2 novemb.	Meersseman, doct. en médecine à Bruges.
1850,	19 juillet.	Zandyck, doct.-méd. à Dunkerque.
Id.	22 novemb.	Reumes (de), à Bruxelles.
Id.	20 décemb.	Millon, pharmacien en chef à Alger.
1851,	17 janvier.	Lambert, ingénieur des mines à Mons.
Id.	3 février.	Perris, Edm., entomol. à Mont de Marsan.
Id.	2 mai.	Mauny de Mornay, chef de division au ministère.
Id.	6 juin.	De Linas, archéologue à Arras.
1852,	21 mai.	Gachet, paléographe à Bruxelles.
Id.	21 mai.	Amyot, avocat à Paris.
Id.	2 juillet.	Lamarle, ingénieur en chef à Douai.
Id.	3 sept.	Catalan, prof. de mathématiques à Paris.
Id.	10 décemb.	Luynes, Albert (duc de).
Id.	17 décemb.	Meugy, ingénieur des mines à Paris.
Id.	4 décemb.	Ivon Villarceau, astronome à Paris.
1853,	7 janvier.	d'Héricourt Achmet, homme de lettres à Arras.
Id.	4 février.	Debaecker, homme de lettres à Bergues.
Id.	17 mars.	De Burgos, agronome à Madrid.
Id.	2 juin.	Serret, répétiteur à l'école polytechnique.
Id.	2 juin.	Ponchard, h. de lettres à Boulogne-s-Mer.
Id.	2 sept.	Davainne C., docteur-médecin à Paris.
Id.	4 novemb.	Dureau, à Montpellier.

1853, 4 novemb.	Danvin, B., docteur-médecin à St.-Pol.
1854, 13 janvier.	De Bertrand, h. de lettres à Dunkerque.
Id. 7 avril.	De la Frémoire, ingénieur des ponts-et-chaussées à Cambrai.
Id. 2 juin.	Bergmann, professeur à la faculté des lettres de Strasbourg.
Id. 2 juin.	Mignard, homme de lettres à Dijon.
1855, 19 janvier.	Liais, astronome à l'observatoire de Paris.
Id. 19 janvier.	Faidherbe, Léon], lieut.-colonel du génie, gouverneur du Sénégal.
Id. 16 février.	Deschamps de Pas, ing. des ponts-et-ch., à St.-Omer.
Id. 13 avril.	Vallez, docteur en médecine à Bruxelles.
Id. 4 mai.	Comarmond, conservat. des musées arch., de Lyon. (1)
Id. 18 mai.	Mille, Aug, ing. des ponts-et-ch. à Paris.
Id. 1 juin.	Lejolis, botaniste à Cherbourg.
Id. 15 juin.	Godefroy-Menilglaise, à Paris.
Id. 7 décemb.	Bellardi, L., naturaliste à Turin.
Id. 7 décemb.	Fretin, maire de Quesnoy.
Id. 21 décemb.	Lecomte, anc. receveur des finances à Paris
1856, 4 janvier.	Dancoisne, notaire à Hénin-Liétard.
Id. 18 janvier.	Charié, insp. des ponts-et-ch. à Paris.
Id. 25 avril.	Bollaert, ing. des ponts-et-ch. à Lens.
Id. 11 juillet.	Franck, Adolphe, membre de l'Institut.
Id. 11 juillet.	Nève, Félix, professeur de langues orientales à Louvain.
Id. 18 octobre.	Chasles, Emile, prof. au lycée de Douai.
Id. 6 novemb.	Gisclard, L., insp. d'académie à Lyon.
1857, 15 mai.	Valade-Gabel, à Bordeaux.
Id. 7 août.	Reygnaud, Ernest, prof. au lycée de Nancy
Id. 20 août.	Scoutetten, médecin militaire en Algérie.
16 octobre.	Masquelez, Alfred, officier en retraite à Chemillé.

(1) Décédé en décembre 1857.

Avis aux Sociétés correspondantes.

Les Sociétés correspondantes de la Société de Lille sont invitées à considérer les mentions faites dans ces notices bibliographiques, comme des accusés de réception, pendant l'année expirée. Les personnes chargées de la correspondance, en consultant ces notices, pourront même connaître les desiderata qui existent dans la collection de leur compagnie, dans la bibliothèque de celle de Lille.

Par exemples, les notices de 1856 portent : Bordeaux, *Académie Impériale* — Actes, XVII[e] année, 1, 2, 3, et 4[e] trim. Celles de 1857 : Actes, XVIII[e] année, 3.[e] et 4.[e] trimestre. Il manque donc les 1.[er] et 2.[e] trimestres de la XVIII.[e] année.

Les Sociétés correspondantes sont invitées à compléter leurs collections autant que possible.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES.

La Société a reçu pendant l'année 1857,

1.° DES DIFFÉRENTS MINISTÈRES.

Description des machines et procédés cousignés dans les brevets d'invention, de perfectionnement et d'importation, dont la durée est expirée et dont la déchéance a été prononcée, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics, tomes LXXXV, LXXXVI, LXXXVII.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics. Tomes 23, 24, 25 et 26.

Catalogue des brevets d'invention pris du 1.er janvier au 31 décembre 1854.

Idem, du 1.er janvier au 31 décembre 1855.

Idem, du 1.er janvier au 31 décembre 1856. — 3 vol. in-8.°

Portraits des personnages français les plus illustres du XVI.e siècle, reproduits en fac similesur les originaux, dessinés au crayon de couleur par divers artistes contemporains; recueil publié avec notices, par P. G. J. Niel, 9.e, 10.e, 11.e et 12.e liv. in-folio.

Histoire des peintres de toutes les écoles, depuis la Renaissance jusqu'à nos jours, avec notes, recherches et indications. Texte par M. Ch. Blanc, ancien directeur des Beaux Arts. De la 113e liv. à la 150.e inclusivement.

Bulletin du comité de la langue, de l'histoire et des arts de France, tome III, les N.os 10, 11 et 12.

Revue coloniale, 2.e série, 1857.

Rapports du jury mixte international, publiés sous la direction de S. A. I. le prince Napoléon, président de la commission impériale. — Paris, imprimerie impériale, 1856. 1 vol. g. in-8.°

Rapport sur l'exposition universelle de 1855, présenté à l'Empereur par S A. I. le prince Napoléon, président de la commission.—Paris, imprimerie impériale, 1857. 1 vol. g. in-8.°

2.° DE SES MEMBRES TITULAIRES.

Discours prononcé le 7 août 1857, par M. Jules Deligne, à la distribution des prix de l'institution dirigée par MM. Preys et Desbœufs. 7 pages in-8.°, Lille, imp. Guermonprez.

L'Église sous la croix, pendant la domination espagnole. Chronique de l'église réformée de Lille, par Charles-Louis Frossard, P.r. Lille, imp. de Leleux. 1 vol. in-8.°, broché, 1857.

Fables et poésies diverses, par Victor Delerue, membre de la Société impériale des Sciences, etc., de Lille. III. Lille, imp. de L. Danel, 1 vol. in-8.°, 1857.

Aperçu sur l'histoire de la réformation dans la Flandre française, avec deux épisodes de martyres, de 1556 et 1566, suivi d'une note sur l'église réformée de Lille, par C.-L. Frossard. Paris, typ. de Ch. Meyrueis et Cie., 23 pages in-8.°, 1857.

Papiers de Court de Gébelin, mis en ordre et publiés par C.-L. Frossard, pasteur.

Les Granges du Béarn, 1778 (tiré à cent exemplaires). Paris, imp. de Meyrueis, 1857, f. in-8.°

L'Hygiène et l'Industrie dans le département du Nord, vade-mecum des conseils de salubrité, des industriels et des fonctionnaires chargés de la police sanitaire. (Extrait des rapports des conseils d'hygiène et de salubrité du département du Nord, par Tancret et Gosselet. Lille, imp. de L. Danel, 1857, un vol. in-16.)

Théorie de la réfraction astronomique, par Alph. Heegmann. Lille, imp. de L. Danel, broch. in-8.°, 1856. (Ext. des mém. de la Société des Sciences de Lille.)

Instruction pratique sur l'application des silicates alcalins solubles au durcissement des pierres et à la peinture, par Fred. Kuhlmann. Octobre 1857. Lille, imp. de L. Danel, broch. in-8.°

L'Ange et l'Aveugle, mélodie, paroles de Eugène Souchet, musique de Ferdinand Lavaine. Lille, Hyp. Bohem, 1857, 4 pages in-4.°

Quand vient le soir! sérénade pour baryton, solo et chœur. Paroles de M. Jules Viard, musique de Ferdinand Lavainne. Paris, chez S. Levy, in-4.°, 1857.

Esquisse d'un code criminel de l'armée. Organisation. Compétence.

Procédure. Délits et peines. Par M. Pierre Legrand, député au Corps législatif. Lille, imp. de Leleux, 1857, 1 vol. in-8.°

Direction générale des douanes et des contributions indirectes. — Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères, pendant l'année 1856. Paris, imp. impériale, juillet 1857, 1 vol. in-folio, offert par M. Legrand, député.

Rapport sur le concours départemental d'animaux reproducteurs, tenu à Lille, le 6 septembre 1856, par M. Loiset. Lille, imp. de Lefebvre-Ducrocq, broch. in-8.°, 1857.

Mémoire descriptif d'une roue destinée à produire la détente de la vapeur, et à faire varier la course d'admission par degrès aussi petits qu'on voudra, entre toutes les limites possibles, la course des leviers de manœuvre restant constante. Par M. Mahistre. 1/2 f. in-8.°. (Ext. des mémoires de la Société impériale des Sciences de Lille. Année 1857. Imp. de L. Danel.)

Observations météorologiques faites à Lille, pendant l'année 1855-1856, par Victor Meurein. Lille, imp. de L Danel, 1 vol. broch. in-8.°, 1857.

Les Sophistes grecs, étude historique, par Constant Portelette. Broch. in-18, Paris, 1845, comptoir des imprimeurs réunis.

Sainte Jeanne de Chantal et la marquise de Sévigné, dialogue par Constant Portelette. Toulouse, Édouard Privat, 1 vol. in-18, 1856.

Histoire dialoguée de la Philosophie, par Constant Portelette, professeur au collége royal de Besançon.

Origine de la Philosophie, dialogue premier, Thalès et Pythagore. Besançon, imp. de Ch. Deis, broch. in-8.°, 1845.

3.° DE SES MEMBRES CORRESPONDANTS.

Rapport sur le cours théorique et pratique de pédagogie et de méthodologie de M. Th. Braun, et à cette occasion, discussion de certaines questions relatives à l'enseignement de la géographie, de l'histoire et de la mythologie, par M. Amyot.

De la nature des pronoms, discussion historique et philologique de grammaire générale, par M. Amyot.

Les Dunes du nord de la France, leur passé et leur avenir (1856), par L. De Baecker.

Notice sur le péristyle de l'église de Saint-Éloi, de Dunkerque. 1857. (Signé Raymond de Bertrand.)

Chimie. De la loi des proportions multiples de Dalton et des atmosphères particulières. (Ch. Brame.)

De l'adhésion et de la spongiolie. Dissertation lue à la séance annuelle de rentrée de l'école préparatoire de médecine et de pharmacie de Tours, le 1 décembre 1855, par Ch. Brame, doc med. etc.

Manuel des candidats à l'école polytechnique, par Eugène Catalan, etc., tome 1.er

Sur la théorie des développées, par E. Catalan.

Des inondations en France, par E. de Chambéry, directeur de l'école de La Martinière, etc.

Mémoire sur la comparaison des chaussées pavées et empierrées et sur la force de traction du cheval, par M. Charié-Marsaines, insp. des ponts-et-chaussées.

Recherches sur l'anguillule du blé niellé, considérée au point de vue de l'histoire naturelle et de l'agriculture. Mémoire couronné par l'Institut, par le docteur C. Davaine.

Histoire religieuse de la Flandre maritime et en particulier de la ville de Dunkerque. Études par Victor Derode. 1857.

Rapport sur les travaux de la société des Antiquaires de Picardie, pendant l'année 1855-1856. Par M. J. Garnier, etc.

Rapport sur les travaux de la société des antiquaires de Picardie, pendant l'année 1856-1857. par M. J. Garnier.

Notice sur Antoine de Caulincourt, official de Corbie (1521-1540). Par J. Garnier. Amiens, 1856, f. in-8.°

Notice sur Jean Pagès, marchand et historien d'Amiens (1655-1723). Par M. J. Garnier.

Catalogue des mollusques terrestres et fluviatiles, vivants et fossiles, de la France continentale et insulaire, par ordre alphabétique. Par MM. les docteurs Grateloup (pour les espèces vivantes) et V. Raulin (pour les espèces fossiles). Bordeaux, imp. de Th. Lafargue, broch. in-8.°, 1855.

Distribution géographique de la famille des Limaciens, par le docteur Grateloup. Bordeaux, imp. Th. Lafargue, 1855, broch. in-8.°

Organon de la propriété intellectuelle, par M. J.-B.-A.-M. Jobard. Imprimerie de Félix Oudart, à Fleurus, 1 vol. in-12, 1851.

Nouvelle Économie sociale ou Monautopole industriel, artistique, commercial et littéraire, fondé sur la pérennité des brevets d'invention, dessins, modèles et marques de fabriques. Par J.-B.-A.-M. Jobard.

Les nouvelles inventions aux expositions universelles, par M. J. B.-A.-M. Jobard, etc.

Plus de machines à vapeur horizontales, par M. Jobard.

Étude sur Dom Jacques Coëne, abbé de Marchiennes (1501-1542), par Charles de Linas.

Notice sur une vie manuscrite de saint Omer, précédée d'un essai sur l'orfévrerie et la torentique appliquées à la reliure des livres, par Ch. de Linas.

Notice sur l'église paroissiale de Lestrem (Pas-de-Calais), par Ch. de Linas.

Notice sur un évangéliaire manuscrit de la bibliothèque de Lille, par Ch. de Linas.

Notions élémentaires sur la fabrication et l'emploi des armes et des munitions de l'infanterie, par M. Masquelez, capitaine en retraite, etc. avec 6 planches.

Journal d'un officier de zouaves, suivi de considérations sur l'organisation des armées anglaise et russe, et accompagné de l'itinéraire de Gallipoli à Andrinople, par M. Masquelez.

Résultats d'expériences sur le chauffage d'une chaudière à vapeur avec le foyer ordinaire et avec celui de M. Dennery, par M. Meugy, ingénieur des mines.

Mémoire sur la découverte du phosphate de chaux terreux en France et de l'emploi de cet engrais dans la culture, par M. Meugy.

Mémoire sur le gisement, l'âge et le mode de formation des terrains de meulières du bassin de Paris, par M. Meugy.

De la production et du commerce des sangsues en Algérie. (Signé E. Millon.)

Statistique de la Grande-Bretagne et de l'Irlande, avec une carte, par Alex. Moreau de Jonnès. Paris, imp. deBourgogne, 1837, 1838, 2 vol. in-8.°

Statistique de l'Espagne. Territoire, population, agriculture. industrie, commerce, navigation, colonies, finances, avec une carte. Par Alex. Moreau de Jonnès. Paris, imp. de Gosson, 1834, 1 vol. in-8.°

Rapport au conseil supérieur de santé sur le choléra morbus pestilentiel, par Alex. Moreau de Jonnès, membre et rapporteur de ce conseil, avec une carte. A Paris, imp. de Cosson, 1831, 1 vol. in-8.°

Mémoire sur la vie d'Eugène Jacquet, de Bruxelles, et sur les travaux relatifs à l'histoire et aux langues de l'Orient, suivi de quelques fragments inédits, par Félix Nève.

Coup-d'œil sur les monuments du christianisme primitif, publiés récemment en syriaque par Félix Nève, professeur à la faculté des lettres de Louvain.

Mémoire historique et littéraire sur le collége des trois langues à l'Université de Louvain, par Félix Nève.

Un Marivaudage, comédie en un acte et en vers, par M. Eugène Ponchard.

Résolution des questions relatives à l'épreuve pratique, d'après le programme officiel du 20 avril 1853, par E. Regnaud, ancien élève de l'école polytechnique.

De la cure radicale des pieds-bots, par M. Scoutetten.

De l'insolation, de ses dangers, et de la nécessité, en Afrique, d'adopter l'usage d'un couvre-nuque, pour garantir le soldat contre l'ardeur du soleil, par L. Scoutetten, docteur-médecin, etc.

Tremblement de terre à Cambrai. Observations de M. Tordeux.

Méthode à la portée des instituteurs primaires, pour enseigner, aux sourds-muets, la langue française, sans l'intermédiaire du langage des signes, par J.-J. Valade-Gabel, etc. Paris, librairie Ravet, 1 vol. in-8.°, 1857.

Théorie analytique du Gyroscope de M. L. Foucault, par M. Yvon Villarceau.

Seconde notice sur la théorie des Porismes, réplique à M. Breton de Champ, par A.-J.-H. Vincent, de l'Institut.

Sur un point de l'histoire de la géométrie chez les Grecs et sur les principes philosophiques de cette science (lu devant l'Institut, à sa séance du mois d'avril et devant l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres, qui en a autorisé la publication), par A.-J.-H. Vincent.

Essai d'explication d'un passage mathématique du dialogue de Platon, qui a pour titre Ménon ou de la Vertu. Par M. A.-J.-H. Vincent.

Rapport fait à la section d'archéologie, le 30 avril 1855, par M. Vincent, membre du comité, sur des feuillets de musique communiqués par M. Maurice Ardant, correspondant à Limoges.

Note sur la théorie des parallèles, par M. Vincent, membre de l'Académie des Inscriptions et Belles Lettres.

Essai sur l'épidémie de variole et de varioloïde qui a régné à Dunkerque (Nord), en 1848 et 1849, par le docteur Zandyck, etc.

4.° DE DIVERSES PERSONNES ÉTRANGÈRES A LA SOCIÉTÉ.

Notice historique sur le culte de St.-Médard, lue au congrès archéologique de Noyon (séance publique du 14 septembre 1856), par M. l'abbé Jules Corblet.

Notice historique et liturgique sur les cloches, par M. l'abbé Jules Corblet.

Compte de la mission du citoyen Bouteville, commissaire du gouvernement, dans les neuf départements réunis par la loi du 9 vendemiaire an 4. A Bruxelles, de l'imprimerie des armées, an 5, 1 vol. in-4°

Notice rédigée d'après le nobiliaire de Belgique et d'autres ouvrages et documents authentiques sur la très-ancienne noble maison de Kerckhove, dite Van der Varent, et sur son représentant actuel M. le vicomte Joseph-Romain-Louis de Kerckhove-Varent, par N.-J. Van der Heyden.

Almanach du Sud-Est (journal agricole et horticole) pour l'année 1858, contenant : l'éducation des porcs, par M. Paul Mortillet; l'éducation des poules, d'après Mariot-Dulieux, par Beaufort de Lamarre; du chaponnage et de l'engraissement de la volaille, par M. Letronne; l'éducation des canards et des dindons, par M. P. Joigneaux; les chevaux et les bœufs considérés au point de vue du travail agricole, par M. Rivoire de la Batie; hygiène des bêtes ovines, par M. Batel, etc. Grenoble, Prudhomme, imp., édit., 1857, 1 vol. in-32.

Thèses présentées à la Faculté des sciences de Paris, pour obtenir le grade de docteur ès-sciences, par M. Alvaro Reynoso.

Première lettre géologique adressée à l'Académie des sciences et aux principales sociétés savantes de Paris et des départements, par E.-L. Guiet, etc.

Catalogue raisonné de la collection d'oiseaux d'Europe, de Côme-Damien Degland, acquise par la ville de Lille, par Maquet-Degland.

Fac-simile d'un certificat donné par Lavoisier, 1 page lithographiée.

Rapport de la commission chargée d'étudier la moissonneuse, récemment introduite dans l'arrondissement d'Avesnes, par M. Derveaux-Lefebvre. Bourgeois, rapporteur.

Culture en lignes, en carrés, en terre appuyée. 4 pages in-12, signé Amédée Bertin.

Quelques Chiquenaudes. recueil de pensées ou quasi-pensées, dictons et boutades, mis en vers par J.-B Millet-St.-Pierre.

Rapport présenté au comité central de vaccine du département du Nord, sur l'état de la propagation de la vaccine dans ce département, pendant l'année 1856, par le docteur E. Bertherand, secrétaire du comité.

Uber die Physik der Molecular Krafte. Sur la physique des forces moléculaires, par le professeur docteur Jolly.

Denkrede auf Christian Samuel Weiss, par D. Charles-Frédéric-Philipp d. Martius. Munich, 1857.

Uber den Anbau und Ertrag des Bodens im Konigreiche Baiern, 1 abtheilung. Sur la culture et le produit du sol dans le royaume de Bavière, 1.re partie. Par Dr. F.-B.-W. de Hermann, Munich, 1857, aux frais de l'Académie, imprimerie de Weiss.

Thèses présentées à la Faculté des sciences de Lille, pour obtenir le grade de docteur ès-sciences physiques, par M. Charles Viollette. — Thèse de physique : études optiques sur le formiate de strontiane. Thèse de chimie : Recherches sur la préparation de l'alcool amylique actif. Lille, imp. de L. Danel, 1856, broch. in-4.°

Octaviæ querella. Carmen, cujus auctori Johanni Van Leeuwen, e vico Zegwaart, certaminis poetici præmium secundum elegato Jacobi-Henrici Hoeufft, adjudicatum est in concessu publico academiæ regiæ scientiarum die IX martii anni MDCCCLVII. Amsterdam, apud Van der Post, in-8.°, cart. d. s. tr.

Détermination des lieux au moyen d'observations magnétiques faites sur différents points du royaume de Bavière et en quelques autres endroits hors du royaume, par D.r J. Lamont, membre ord. de l'Académie royale des sciences de Bavière. 1 vol. contenant les bases générales servant à déterminer la direction des courbes magnétiques en Bavière, accompagné de 18 planches ; un vol. in-8.°, 400 pages, Munich, 1854, imprimerie de F.-S. Hubschmann, 1856, tome 2.°

Tours des églises de Thourout et de Lichtervelde; fonts baptismaux de cette dernière commune. Notice par M. Le Grand de Reulandt.

Compte-rendu des travaux de l'Académie du Gard, en séance publique du Conseil général et du Conseil municipal, le 29 août 1857, par M. Nicot. Nimes, broch. in-8.°

Rapport sur les travaux du congrès des délégués des sociétés savantes de France, dans sa session tenue à Paris, le 13 avril 1857, et jours suivants, par M. Sellier. Chalons, imp. de Laurent, broch. in-8.°, 1857.

N.° 12. Maladie des pommes de terre ; maladie de la vigne.

1.er juillet 1857, Victor Chatel. 1/2 f. in-8.°, Angers, imp. de Cosniers.

Nouvelles observations sur l'utilité de la conservation des oiseaux, dans l'intérêt de l'agriculture, lus à la séance de la société impériale d'acclimatation, du 20 février 1857, par Victor Chatel (deVire), etc. Paris, imp. Mme. Ve. Bouchard-Hazard, 1/2 f. in-8.°, 1857.

Maladies des végétaux, N.° 4. Juillet 1856. Victor Chatel., 13 pages in-12, imp. à Caen.

Les rues de Troyes, anciennes et modernes, revue étymologique et historique, avec un plan, par M. Corrard de Brebau. Troyes, Bouquot, imprimeur-libraire, 1 vol. in-8.°, 1857.

De l'Usufruit paternel et de ses origines. Du Pécule castreuse. Thèse pour le doctorat, par L. Genevoise, avocat près la Cour impériale de Paris. Saint-Germain-en-Laye, imp. de Beau, 1 vol. in-8.°, 1857.

Sur deux nouveaux ouvrages de M. Fée : les Souvenirs de la Guerre d'Espagne et le Voyage autour de ma Bibliothèque, par P.-G. Dumast. Nancy, f. in-8.°

La maladie de la vigne expliquée par la théorie de Rozier et de Bosc sur la taille et l'ébourgeonnement.
Historique des affections qui ont précédé et amené la maladie de la vigne et celle de la pomme de terre.
La maladie de la vigne comparée à celle de la pomme de terre, par Leroy-Mabille.
Paris, A. Gouin, libraire. Février 1857, broch. in-8.°

Du vrai dans les mœurs et les caractères. Les Masques. Discours prononcé par le président de la société impériale d'émulation d'Abbeville, dans la séance du 29 mai 1856. Abbeville, typographie de P. Briez, broch. in-8°, 1856. (Signé : Boucher de Perthe.)

Catalogue de la bibliothèque et de l'herbier de M. N.-A. Desvaux. Angers, Cosniers et Luchere, lib. 1 vol. in 8.°, 1857.

Une précieuse conquête à faire. Nancy, broch. in-8.°, Grimblot, imp. lib. 1856.

Nouveau mémoire sur la question relative aux Ægilops triticoides et speltæformis, par Alexis Jordan. Paris, J.-B. Bailliere, broch. g. in-8.° 1857.

Discours prononcé par M. le comte E. de Rets, sur la tombe de M. le baron d'Hombres-Firmas, le 7 mars 1857. Alais, 8 pages in-8.°

Mécanique industrielle ; mémoire sur un nouveau système de moteur fonctionnant toujours avec la même vapeur, à laquelle on restitue.

à chaque coup de piston, la vapeur qu'elle a perdue en produisant l'effet mécanique, par M. Seguin, aîné. Paris, imp. de Mallet-Bachelier, 1857, broch. in-8.°

Comité de patronage. L'Ordre et le Calcul. Discours adressé aux apprentis, par M. H. de Triqueti, secrétaire du Comité de patronage, dans sa séance mensuelle du 2 mars 1856. 1/2 f. in-8.°, imp. de Ch. Meyrueis, à Paris.

La question du Pot au-Feu. par Victor Borie. Organisation du commerce des viandes. Paris, librairie agricole de la Maison rustique, broch. in-8.°, 47 pages, 1857.

Notice sur l'emploi de la règle à calcul destinée aux candidats à l'école polytechnique et à l'école militaire de Saint-Cyr, par Giraudet, agrégé de l'Université, etc. Paris, imp. de Giraudet et Jouaust, 1852, broch. in-4.°

Thèses présentées à la Faculté des sciences de Paris, pour obtenir le grade de docteur ès-sciences, par M. Giraudet, agrégé de l'Université, etc. Thèse de mécanique : Recherches sur le mouvement d'un point libre rapporté à des coordonnées curvilignes. Thèse d'analyse : Aperçu historique au sujet des problèmes auxquels s'applique le calcul des variations, jusqu'aux travaux de Lagrange. Paris, imp. de Giraudet et Jouaust, 1856, broch. in-4.°

5.° DES SOCIÉTÉS CORRESPONDANTES.

ALGER. — *Société d'agriculture.* — Bulletin N.os 2 et 3; deuxième et troisième trimestre 1857.

AMIENS. — *Société des Antiquaires de Picardie.* — Bulletin de la société, année 1856, N.os 3 et 4, année 1857, N.os 1, 2 et 3.

— *Académie des Sciences.* — Mémoires, années 1855 et 1856, 3.e livr.

AMSTERDAM. — *Académie royale des Sciences.* — Rapports et communications; section des lettres; 1.er et 2.e volume.

Mémoires; tome 3.e, un volume in-4.° avec planches, 1856.

Rapports et communications; section des sciences, 3.e vol., 3.e liv. et 4.e, 5.e et 6.e vol. complets.

ANGERS. — *Société académique de Maine et-Loire.* — 1.er vol., 1.er fas. 1857.

— *Société industrielle du département de Maine-et-Loire.* — Bulletin de la société, 27.e année, 7.e de la 2.é série, 1 vol., in-8.° 1856.

ANGERS. — *Société d'agriculture.* — Travaux du comice horticole, 5.e volume, N.° 43.

ANGOULÊME. — *Société d'agriculture, sciences et arts du département de la Charente.* — Annales, XXXVIII, N.° 4.

ARRAS. — *Mémoires de l'académie.* — Tomes 27, 28 et 29.

— *Société centrale d'agriculture.* — Bulletin 1857.

ANVERS. — *Académie d'archéologie de Belgique.* — Annales de l'académie, tome XIII, 4.e liv. et tome XIV.

AUCH. — *Société d'agriculture du Gers.* — Revue agricole et horticole, 5.e année, N.os 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10.

AVESNES. — *Société d'archéologie de l'arrondissement.* -- Statuts constitutifs et règlement.

AVIGNON. — *Société d'agriculture et d'horticulture de Vaucluse.* — Tome VI, 1.er liv.

BERLIN. — *Académie royale.* — Mémoires; année 1855, in-4.° 1856.

BEZIERS. — *Société archéologique.* — Bulletin, 15.e liv., compte rendu de la séance publique, tenue le 21 mai 1857.

BORDEAUX. — *Académie impériale.* — Actes, XVIII.e année, 3.e et 4.e trimestre.

— *Société philomatique.* — Bulletin, 2.e année, N.os 2 et 3.

BOULOGNE-SUR-MER. — *Société d'agriculture, des sciences et des arts.* — Séance trimestrielle du 8 novembre 1856.

BOURGES. — *Sociéte d'agriculture du département du Cher.* — Bulletin de la société, tome X, N.os 63, 64, 65 et 66.

BRUXELLES. — *Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique.* — Bulletin, tome XXII. 2.e p. et tome XXIII, 1re p., 2 vol. in-8.° 1856.

— *Société royale de Flore.* — Soixante-dixième et soixante-et-onzième expositions publques, mars et juillet 1857, 2 broch. in-8.°

CAEN. — *Société vétérinaire du Calvados.* — Mémoires; 1 vol, in-8.° 1856. (N.° 17).

CAMBRIDGE AND BOSTON. — *American academy of arts and sciences.* — Mémoires, vol V, 2.e partie et vol. VI, 1.re partie, 2 vol. in-4.°.

— *Procedings.* — Vol. III, page 185 à 284.

CHERBOURG. — *Société impériale des sciences naturelles.* — Mémoires, tome VI, 1 vol. in-8,° Paris 1856.

— *Société impériale académique.* — Mémoires, 1 vol. in-8.° 1856.

CLERMONT-EN-AUVERGNE. — *Académie impériale des sciences, belles-lettres et arts.* — Annales scientifiques, littéraires et industrielles de l'Auvergne, tome XXIX, année 1856, 1 vol. in-8.°

COLUMBUS. — *Ohio agricultural report.* — 1850, 51, 52, 53 : 54 et 55, 6 vol. in-8.°

DUNKERQUE. — *Comité flamand.* — Bulletin N.os 1, 2, 3, 4 et 5.

EDIMBURGH. — *Royal society.* — Transaction of the, vol. XXI, part. III et IV, 2 vol. in-4.°

— *Precedings.* — Vol III, N.os 46 et 47.

EPINAL. — *Société d'émulation du département des Vosges.* — Annales, tome IX, 1.er et 2.e cahier, 2 vol, in-8.°

EVREUX. — *Société libre d'agriculture, sciences, arts et belles-lettres de l'Eure.* — Recueil des travaux, 3.e série, tome III, année 1854.

HAVRE. — *Société Havraise d'études diverses.* — Recueil de la 22.e et 23.e année (1855-56.)

LAON. — *Société académique.* — Bulletin de la société, tome VI, 1 vol. in-8.° 1857.

LAUZANNE. — *Société vaudoise des sciences naturelles.* — Tome V, bulletins N.° 38.

LE MANS. — *Société d'agriculture, sciences et arts de la Sarthe.* — Bulletin, 2.e série, tome IV, 3.e liv.; tome XI, 1er et 2e liv. mémoires, 1er facicule.

LILLE. — *Comice agricole.* — Archives de l'Agriculture du Nord, tome IV, N.os 9 à 12; tome I, N.os 1 à 6.

— *Conseil central de salubrité du département.* — Rapport sur les travaux pendant l'année 1856, tome XV.

LIMOGES. — *Société archéologique et historique du Limousin.* — Bulletin, tome VII, 1.re et 2.e liv.

LONDON. — *The natural history Review.* — Années 1854, 1855, 1856 et 1.er trimestre de 1857.

MACON. — *Académie de.* — Annales, tomes II et III.

METZ. — *Société des sciences médicales.* — Exposé des travaux, année 1856.

METZ. — *Société d'histoire naturelle.* — Bulletin, 8.e cahier.

— *Académie impériale.* — Mémoires, 2.e série, 4.e année, 1 vol. in-8.o

MILAN. — *J. R. instituto Lombardo di scienze lettere ed arti.* — Giornaele dell-fascicules 33 à 51 inclus. — Mémorie, volumes 5 et 6, deux volumes grand in-4.o

— *Fondation scientifica cagnola.* — *Atti.* Volume 1.

MONS. — *Société des sciences, des arts et des lettres du Hainaut.* Mémoires, 2.e série, tome IV, 1 vol, in-8.o 1856.

MULHOUSE. — *Société industrielle.* — Bulletins de la société, N.os 136, 137, 141.

MUNICH. — *Académie royale des sciences de Munich.* — Transactions de la classe de mathématiques, 1re partie du VIII.e vol.

NANCY. — *Académie de Stanislas.* — Mémoires de 1856, 1 vol. in-8.o 1857.

NANTES. — *Société académique.* — Annales, années 1854, 55, 56, 3 vol. in-8.o

— *Société académique.* — Journal de la section de médecine, 21.e année, N.os 163, 166, 167, 168; 22.e année, N.os 169, 170, 171, 172.

PARIS. — *Société impériale d'agriculture.* — Bulletin des séances, tome XII, 1856.

— *Société impériale d'horticulture.* — Journal de la société, tome III.

— *Revue des beaux-arts.* — Tome VIII.

— *Société de l'histoire de France.* — Bulletin, 2.e série, tome I.

— *Société impériale des antiquaires de France.* — Bulletin 1857, 1.er, 2.e et 3.e trimestre.

PERPIGNAN. — *Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales.* — X.e volume.

POITIERS. — *Société académique d'agriculture.* — Bulletin N.os 36 à 44 inclus.

PUY. — *Société d'agriculture, sciences, etc.* — Annales, tome XIX.

REIMS. — *Académie impériale.* — Travaux, année 1855-1856, 23.e et 24.e volumes.

ROCHEFORT. — *Société d'agriculture, des belles-lettres, etc.* Travaux, années 1854, 1855 et 1856, 2 vol. g. in-8.o

ROUEN. — *Société libre d'émulation.* — Bulletin, année 1855-56

Rapport sur l'exposition universelle de 1855.

Rapport de la commission des médailles sur l'exposition départementale.

— *Académie impériale.* — Précis analytique des travaux pendant l'année 1855-56.

SAINT-ETIENNE. — *Société agricole et industrielle.* — 1855-56, 26.e et 27.e vol. de la collection.

— *Société des sciences naturelles.* — 1856.

— *Société impériale d'agriculture,* — Annales, tome I, 1.re et 2.e livr.

SAINT-OMER. — *Société des antiquaires de la Morinie.* — Bulletin historique, N.os 19, 20, 21, 22, 23 et 24.

STRASBOURG. — *Société du muséum d'histoire naturelle.* — Les tome I, II, III et IV.

TOULOUSE. — *Académie des jeux floraux.* — Recueil de l'académie, année 1857.

— *Société d'agriculture.* — Journal de la société, tome VII, année 1857.

— *Académie impériale des sciences.* — Mémoire, 1.e série, tome VI.

TROYES. — *Société d'agriculture, des sciences du département de l'Aube.* — Mémoires, tome VIII, N.os 37, 38, 39, 40, 41 et 42.

VALENCIENNES. — *Société impériale d'agriculture, sciences et arts,* — Revue agricole, industrielle et littéraire, 8.e année du N.° 6 au N.° 12, et 9.e année du N.° 1 à 5.

VERSAILLES. — *Société des sciences morales, des lettres et des arts de Seine-et-Oise.* — Mémoires, tome IV, 1857.

— *Société d'agriculture et des arts.* — Mémoires publiés dans la 57.e année.

WASHINGTON. — *Smithsonian institution.* — Contributions to Knowledge, vol. VIII, in-4.°

Ninth annual report of the board of regents, 1 vol. in-8.° 1856.

Tenth annual report of the board of regents, 1 vol. in-8.° 1856.

Report of the commissioner of patents for the year 1854. Agriculture, 1 vol. in-8.° 1855.

Report for the year 1855, agriculture, 1 vol. in-8.° 1856.

Idem for the year 1855, arts and manufactures, 2 vol. in-8° 1856.

WIENN. — Jahrbuch der Kaiserlech Koniglichen geologischen Reichsanstallt, volumes 2, 3, 4, 5, 6 de 1851 à 1855.

6.° PAR ABONNEMENT.

Plantes Cryptogames de France, fascicules 9 et 10, par M. Desmazières, M. R.

Revue des Sociétés savantes, missions scientifiques et littéraires Tome II.

Compte-rendu des séances de l'Académie des Sciences. Année 1857.

L'Institut; 1.re et 2.e section. Année 1857.

Journal d'agriculture pratique. Année 1857.


UNIV.
OF
MICH.

AVIS.

La planche ci-contre appartient au mémoire de M. Mahistre : ***Mémoire sur les éclipses de lune et de soleil, et la détermination des méridiens terrestres***, inséré à la page 37 du volume des Mémoires de la Société

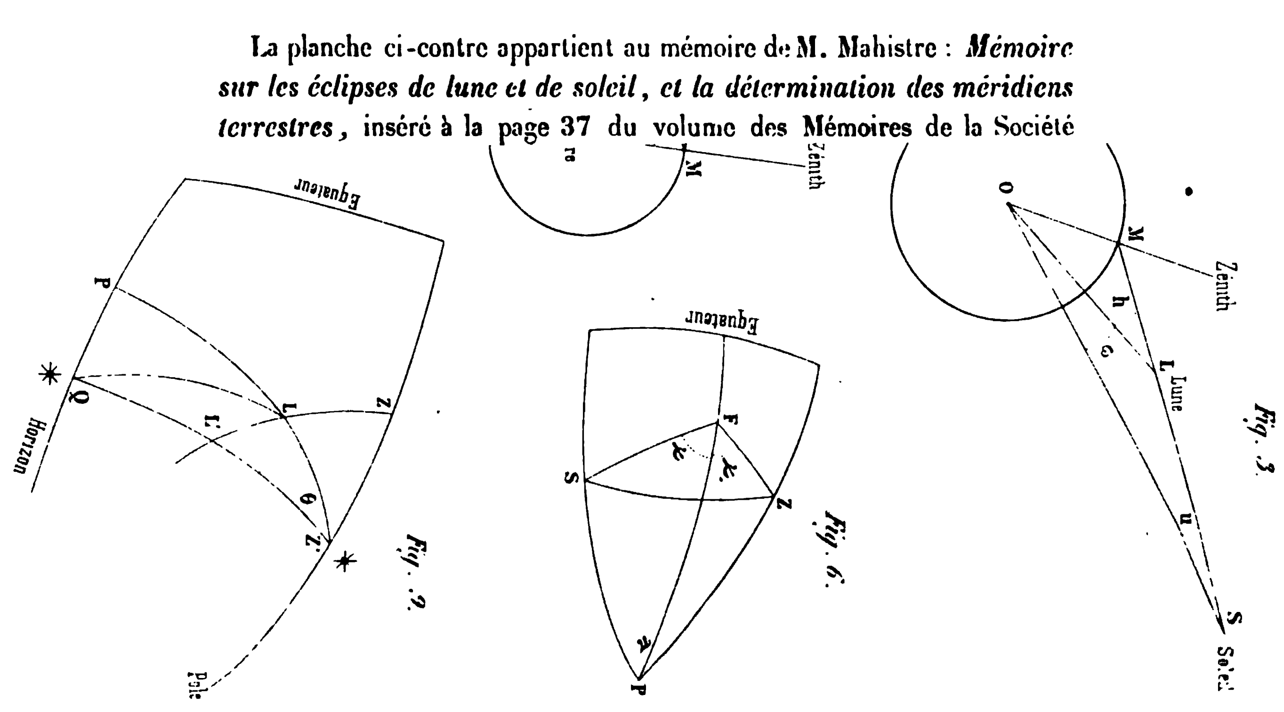


TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS CE VOLUME.

(1) Les lettres M. R. signifient Membre résidant.

Les lettres M. C. signifient Membre correspondant.